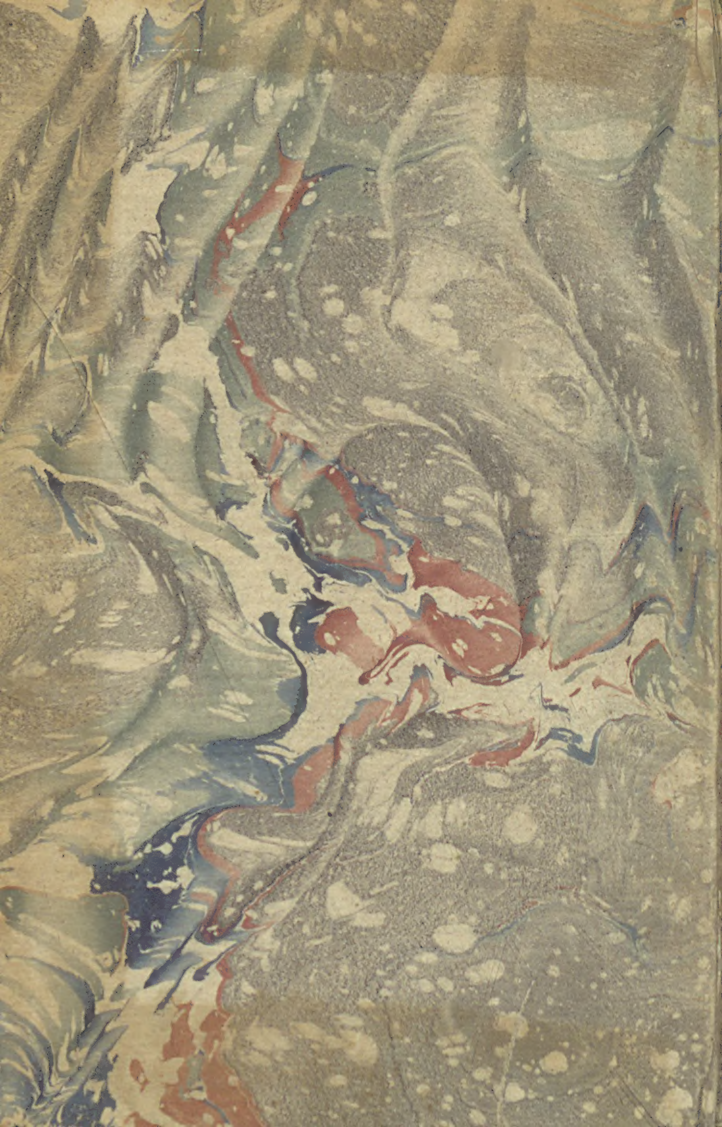






GUIA PRÁCTICO
DE
AGRIMENSORES Y LABRADORES,
ó
TRATADO COMPLETO
DE AGRIMENSURA Y AFORAGE,

en el que despues de los principios indispensables de Aritmética y Geometría, se trata con toda estension de la medida, tasacion, repartimiento, nivelacion y apeo de cualquier terreno, con las reglas para levantar su plano por varios métodos; igualmente que el modo de aforar por reglas sencillas y exactas cualquier vasija; concluyendo con unas breves nociones de Mecánica aplicada á los usos mas comunes de la Agricultura.

POR

DON FRANCISCO VERDEJO PAEZ,
profesor de Matemáticas puras en los Estudios de San Isidro de esta Corte, y maestro de Dibujo militar y Topografía de la Academia de Cadetes del primer regimiento de la Guardia Real.

MADRID:
IMPRENTA DE DON MATEO REPULLÉS. 1822.

ADVERTENCIA.

Publicado por mí en el año catorce un tratado de Agrimensura que por circunstancias estraordinarias no pudo salir con el grado de perfeccion que yo deseaba, trabajé desde aquel tiempo, tanto en corregir algunos defectos que reconocí, cuanto en darle una extension tal que no dejase nada que apetecer al labrador ó agrimensor que de él se valiese. Entretanto resolví deshacerme de mi obra, vendiéndosela al comerciante de libros Dávila, con la espresa condicion de que no hiciese reimpresion alguna sin mi anuencia, con el objeto de rectificarla y aumentarla en lo posible; y aunque esta circunstancia era tan favorable á los intereses del librero como á mi estimacion, el citado Dávila la reimprimió sin mi noticia; de modo que la tercera edicion que es ya de mi Agrimensura, se presenta con los mismos errores que tenia la primera, mas los que ha adquirido en las reimpresiones sucesivas. Comprometido pues en lo mas sagrado que tiene el hombre, que es el honor, no he podido me-

nos de dar á luz este nuevo tratado, que bajo un plan enteramente diferente tiene toda la extension de que es susceptible. No satisfecho de mi trabajo, le he franqueado á varios amigos, entre otros á mi maestro D. Antonio Sandalio Arias, quien tuvo la bondad de ilustrarme con algunas observaciones, igualmente que el malogrado D. Isidoro Ayala (*) que reuniendo la teórica á la práctica, contribuyó no poco á que mi obra tenga aquel grado de sencillez y claridad tan necesaria para la inteligencia de la benemérita clase á cuya instruccion se destina.

(*) Falleció en Noviembre de 1819.

INDICE.

NOTAS.

1.ª Todo número encerrado en un paréntesis asi (45), indica que para mejor inteligencia de la materia que se trata, se debe tener presente lo dicho anteriormente en el párrafo anotado con el número que va dentro del paréntesis.

2.ª Para que el lector saque de esta obra todo el partido posible debe estudiarla con la pluma en la mano, practicando por sí todos los cálculos que encuentre en ella, proponiéndose luego otros semejantes para adquirir la práctica; y cuando el texto se refiera á alguna figura, debe tenerla á la vista al leer su esplicacion, bien sea en la lámina, ó lo que es mejor copiando la figura en un papel, y ejecutando con la regla y compás las operaciones necesarias.

GUIA PRÁCTICO

DE

AGRIMENSORES Y LABRADORES.

CAPÍTULO PRIMERO.

De los números enteros y sus operaciones.

1. *Aritmética* es la ciencia que trata de los números.

2. *Número* es el conjunto de varias unidades.

3. *Unidad* es la cantidad que se toma para medir un objeto cualquiera: asi si para medir lo largo de un terreno se toma un estadal, y se halla que el terreno contiene doce estadales, el doce es el número, y el estadal ó medida la unidad.

4. *Número entero* es el que consta de unidades cabales, como cinco varas, siete arrobas; *número quebrado* es el que no llega á valer una unidad, como medio real, dos tercias de vara.

5. Los números se espresan con las cifras 0 *cero* o nada, 1 *uno*, 2 *dos*, 3 *tres*, 4 *cuatro*, 5 *cinco*, 6 *seis*, 7 *siete*, 8 *ocho*,

9 *nueve*; y los números que pasan de nueve se espresan por la reunion de dos, tres ó mas de estas cifras, para lo cual debe saberse que toda cifra escrita á la derecha vale solo lo que represente, es decir, 1 si es 1, dos si es 2 &c.; la que la sigue á la izquierda vale tantos dieces ó *decenas* como unidades tiene, asi valdrá diez si es 1, veinte si dos, treinta si 3 &c.; puesta en el lugar siguiente, esto es en 3.°, siempre á la izquierda, espresará ciento ó una *centena* por cada unidad; en el 4.° lugar valdrá miles ó *millares*; en el 5.° *decenas ó dieces de millar*; en el 6.° *centenas de millar*; en el 7.° *millones* &c.; asi en el número 42368157 el 7 vale solo siete, el 5 cincuenta, el 1 ciento, el 8 ocho mil, el 6 sesenta mil, el 3 trescientos mil, el 2 dos millones, el 4 cuarenta millones.

6. Asi para escribir *cuarenta y seis* observaremos que constando de seis unidades y cuatro decenas, deberá escribirse asi 46. *Trescientos cincuenta y cuatro* se espresará de este modo 354, poniendo las 4 unidades á la derecha, las 5 decenas en 2.° lugar á la izquierda, y las 3 centenas en 3.° Del mismo modo *seis mil quinientos ochenta y dos* se escribirá asi 6502. *Noventa y dos mil seiscientos catorce* sera 92614. Y si al escribir un núme-

ro se hallase que le faltaban las unidades ó decenas &c., se pondrá un cero en su lugar; asi como *treinta* solo contiene 3 decenas y ninguna unidad, se espresará asi 30. *Quinientos* 500. *Mil y ocho* de este modo 1008, poniendo un cero por las decenas y otro por las centenas que faltan.

7. Para leer un número crecido, como 65234825742, se dividirá yendo de derecha á izquierda en porciones de seis cifras, poniendo en la primera porcion un punto, en la segunda dos, &c., y despues de tres en tres con una coma asi 65,234·825,742, y donde se vea coma se leerá mil, donde un punto millon, donde dos billon &c. (*), y tendremos 65 mil 234 millones, 825 mil 742 unidades. Del mismo modo 73250000483910075 dividido será 73,250··000,483·910,075, que leeremos 73 mil 250 billones, 483 millones, 910 mil y 75 unidades.

Las operaciones de la aritmética son sumar, restar, multiplicar y dividir.

Del sumar.

8. *Sumar es reunir muchos números para espresarlos por uno solo.* Las cantidades

(*) Millon quiere decir mil miles, billon millon de millones.

qúe se han de sumar se llaman *sumandos*, y deberán ser todos de una misma especie, y despues de escritos unos sobre otros de modo que las unidades caigan sobre las unidades, las decenas sobre las decenas &c., se empezará la suma por la derecha, esto es, por las unidades.

Asi para sumar 9846, 1985, 3882 y 756 escritos como se ve se empezará á sumar asi: 6 y 5 son 11, y 2 son 13, y 6 son 19; se escribirá el 9 debajo, y el 1 se sumará con las decenas asi:

9846
1985
3882
756
16469

1 y 4 son 5, y 8 son 13, y 8 son 21, y 5 suman 26; se escribirá el 6 debajo, y el 2 se agregará á la columna siguiente, diciendo, 2 y 8 son 10, y 9 son 19, y 8 son 27, y 7 son 34; se escribirá el 4 debajo, y el 3 se añadirá á la columna siguiente diciendo 3 y 9 son 12, y 1 son 13, y 3 son 16; se escribirá el 6 debajo y el 1 á continuacion, por no haber á quien agregarlo, y resulta la suma de 16469. (*)

Del restar.

9. *Restar es hallar la diferencia que*

(*) El que eche menos algunos ejemplos y quiera ejercitarse puede verificar las operaciones de las cuestiones de los párrafos 28 y siguientes.

hay entre dos números. El número de quien se resta se llama *minuendo*, el que se resta *substraendo*, y el resultado *resta* ó diferencia.

El minuendo y substraendo deben ser de una misma especie, y para restarlos se pondrá el minuendo sobre el substraendo, de modo que las unidades esten sobre las unidades, las decenas sobre las decenas &c., y se empezará á restar por las unidades.

Asi para restar de 958746 el número 335214 escritos como se ve, diremos de 6 unidades á 4 van 2 unidades, que escribo debajo. Paso á la columna siguiente: de 4 á 1 van 3. Sigo á la otra: de 7 á 2 van 5, de 8 á 5 van 3, de 5 á 3 van 2, y de 9 á 3 van 6, y hallo que la resta es 623532.

958746	minuendo.
335214	substraendo.
623532	

10. Sean ahora los numeros 6.500862, y 5.362848. Empiezo á restar, y veo que de 2 no puedo restar 8: en este caso se tomará una decena de la cifra 6 de la izquierda, que junta con el 2 compone 12, del que restando el 8 quedan 4, que escribo á la resta. Paso á la columna siguiente y digo: de 5

6.500862
5.362848
1.138014

(porque al 6 le quité 1 para el 2) á 4 va 1, de 8 á 8 resta 0, que voy escribiendo debajo. Continúo, y veo que de 0 no puedo restar 2, ni tampoco tomar nada de la cifra siguiente de la izquierda, por ser tambien cero. En este caso tomaré 1 del 5 para el 0 de la izquierda, y serán 10, del que tomando 1 para el 0 de la derecha valdrá este 10, quedando el anterior en 9, y diremos: de 10 á 2 van 8, de 9 á 6 van 3, de 4 (pues se quitó 1 al 5) á 3 va 1, y de 6 á 5 va tambien 1, con que la resta es 1.138014.

Del multiplicar.

11. *Multiplicar es tomar un número tantas veces como espresa otro*: el número que se multiplica se llama *multiplicando*, aquel por quien se multiplica *multiplicador*, y lo que resulta *producto*. El multiplicando y multiplicador pueden ser de distinta especie.

Para multiplicar un número de una cifra por otro, como 8 por 7, es preciso saber de memoria la tabla de la multiplicacion (núm.° 1.° al fin), por la que hallaremos que el producto de 7 por 8 es 56, el de 6 por 8 da 48, 7 por 9 es 63, 5 por 6 da 30 &c.

12. Si uno de los números tiene muchas cifras, como 63579, y el otro una sola, como 8, escritos como se ve se multiplicará el 8 por cada cifra del 63579, empezando por la derecha, asi: 8 por 9 da 72, escribo el 2 y reservo el 7; 8 por 7 da 56, y 7 del producto anterior son 63, escribo el 3 y llevo 6; 8 por 5 da 40, y 6 del anterior son 46, pongo el 6 y llevo 4; 8 por 3 son 24, y 4 son 28, anoto el 8 y llevo 2; 8 por 6 son 48, y 2 son 50, escribo el 0 y á continuacion el 5, por no haber mas que multiplicar, y tengo el producto 508632.

```
63579 multiplicando.
    8 multiplicador.
------
508632 producto.
```

13. Cuando el multiplicando y multiplicador tiene muchas cifras, como 29758 por 436, se multiplica primero el 6 del multiplicador por el 29758 como acabamos de esplicar, y sale el producto 178548. Despues se multiplica el 3 por el mismo 29758, y el producto 89274 se va escribiendo debajo del anterior, pero corriéndole un lugar hácia la izquierda como se ve; y por último se multiplica por el 4, y el pro-

```
   29758
     436
--------
  178548
  89274
 119032
--------
12974488
```

ducto 119032 se pone debajo de los anteriores, corriéndole otro lugar á la izquierda. Sumando luego estos tres productos sale la suma 12974488, que es el producto total.

14. Si el multiplicando y multiplicador, ó uno de ellos tiene ceros á su derecha, como 36400 por 160, se multiplicará solamente el 364 por 16, y al producto 5824 se le añadirán los ceros del multiplicando y multiplicador, y será 5824000.

$$\begin{array}{r} 36400 \\ 160 \\ \hline 2184 \\ 364 \\ \hline 5824000 \end{array}$$

Del dividir.

15. *Dividir es ver las veces que un número contiene á otro.* El número que se divide se llama *dividendo*, aquel por quien se divide *divisor*, y el resultado *cociente.*

16. En toda division el cociente multiplicado por el divisor produce el dividendo. Asi el dividir 27 por 9 se reduce á buscar un número, que multiplicado por el divisor 9, produzca el dividendo 27. En este caso es 3, y este es el cociente. Igualmente 72 dividido por 8 da 9, porque este 9 multiplicado por el 8 da 72. Del mismo modo 50 dividido por 6 da 8, pues aunque 8 multiplicado por 6 no da 50,

sino 48, este es el producto por 6, que mas se acerca al 50.

17. Si el dividendo contiene muchas cifras, como si fuese 84390 dividido por 6. Escritos estos números como se ve, dividirémos la primera cifra 8 por 6, y el cociente 1 se escribirá debajo del divisor. Multiplicado este 1 por el 6 produce 6, que se pondrá debajo del 8, y restando de él sale la resta 2, al lado de la cual se bajará el 4, y compondrá 24. Dividiendo 24 por 6 resulta 4, que se escribirá al cociente, y multiplicándole por 6 dará 24, que se escribirá debajo del 24, y restando sobra 0. Bajo á su lado el 3, que que dividido por 6 da 0 al cociente, y escrito en su lugar no se multiplicará por 6, sino que se bajará la cifra siguiente 9 al lado del 3, y el 39 que resulta dividido por 6 da 6, que anoto en el cociente. Multiplicando este 6 por el 6 del divisor produce 36, que restados de 39 restan 3, á cuyo lado bajo la ultima cifra 0 del dividendo, y partiendo el 30 que resulta por 6 da el cociente 5. En fin, multiplico

```
84390 | 6
6       14065
-----
24
24
-----
0039
  36
-----
  030
   30
-----
   00
```

5 por 6, y el producto 30 le resto del 30 dividido, y hallo el cociente 14065, y no sobra nada.

18. Si la primera cifra del dividendo fuese menor que la del divisor, como en 252645 dividido por 8, se tomarán las dos primeras cifras 25, y se partirán por 8: siguiendo la operacion como en el caso anterior, y como se ve al margen resulta el cociente 31580, y sobran 5, que se escribirá como se ve $\frac{5}{8}$. (31 *nota.*)

```
252645 | 8
24       31580 5/8
------
 12
  8
------
  46
  40
------
   64
   64
------
   005
```

19. Cuando el dividendo y divisor tienen muchas cifras, como en 86459 dividido por 36. Escritos como se ve, empezaremos tomando dos cifras 86 del dividendo, por tener otras dos el divisor. Dividiremos solo el 8 por 3, y el cociente 2 se pondrá debajo del divisor. Multiplicando el 36 por 2 da 72, que restado del 86 restan 14, á cuyo lado se

```
86459 | 36
72      2401 23/36
------
 144
 144
------
  059
   36
------
   23
```

baja el 4 del dividendo, y resultan 144. Dividiendo las dos primeras cifras de este, es decir, el 14, pues el 1 solo no basta, por 3, da el cociente 4, que multiplicado por 36 da 144, y restado del 144 resta 0. A su lado se bajará el 5 del dividendo, y como 5 no contiene al 36 ninguna vez, pongo 0 al cociente, y bajo la última cifra 9, y compondrá 59, que partido por 36 da 1 al cociente. En fin, multiplicando 1 por 36 da 36, que restado de 59 restan 23. Conque el cociente es 2401, y sobran 23 ó $\frac{23}{36}$.

Si fuese dividir 276625 por 842, se tomarán tres cifras 276 del dividendo, por tener otras tres el divisor, y como no basta 276 para contener á 842, se tomará una mas, es decir, 2766, y dividiendo el 27 por el 8 resultan 3, que se pondrán al cociente, y multiplicándole por 842 resultan 2526, que se restarán del 2766. Al lado de la resta 240 se bajará la cifra siguiente 2, y se continuará como en el caso anterior hasta hallar el cociente $328\frac{449}{842}$.

$$\begin{array}{r|l} 276625 & 842 \\ \cline{2-2} 2526 & 328\frac{449}{842} \\ \cline{1-1} 02402 & \\ 1684 & \\ \cline{1-1} 07185 & \\ 6736 & \\ \cline{1-1} 0449 & \end{array}$$

20. En algunos casos será preciso dar al cociente una ó mas unidades menos de las que parece le corresponden. Se conocerá que el cociente es mayor de lo que debe, cuando multiplicado por el divisor de un producto tan grande que no se pueda restar del número parcial que se está dividiendo entonces. Se advertirá que es pequeño el cociente cuando despues de restado su producto por el divisor de las cifras divididas resulte una resta igual ó mayor que el divisor. En fin, la mucha práctica es la que dará á conocer todas estas reglas. (*).

21. Cuando dividendo y divisor tienen ceros á su derecha se abrevia la operacion, quitando igual número de ellos de uno y otro; asi en lugar de dividir 463000 por 5300 se dividirá 4630 por 53, quitando dos ceros de uno y otro, y el cociente es el mismo.

463000	5300
424	$87\frac{19}{53}$
390	
371	
19	

22. Para dividir por 10, 100, 1000 &c. se abrevia tambien la operacion separando con una coma á la derecha del dividen-

(*) Luego que se tenga bastante práctica se puede abreviar la division restando mentalmente de las respectivas cifras del dividendo parcial los productos del cociente por cada cifra del divisor.

do tantas cifras como ceros tiene el divisor; lo que queda á la izquierda de la coma es el cociente, y lo que á la derecha lo que sobra: asi 1536482 dividido por 1000 es 1536,482, es decir, 1536 de cociente, y sobran 482 ó $\frac{482}{1000}$.

Pruebas.

23. *Probar una operacion es hacer otra para conocer si la primera esta bien hecha.*

El sumar se prueba restando, el restar sumando, el multiplicar dividiendo, y el dividir multiplicando.

24. Para probar la suma del márgen, en la que resultan 157072, sumaré otra vez, sin hacer caso de la cantidad de arriba, 65320, y saldrá la suma 91752, que escribiré debajo, y restándola del 157072, si resultan los 65320, indicará que la operacion está bien hecha.

```
  65320
  81640
   6950
   3162
 ------
 157072 }
  91752 } Prueba.
 ------
  65320
```

25. La resta del márgen se probará sumando la resta 312473 con el substraendo 643827, y si la suma compone el

```
 956300
 643827
 ------
 312473 } Prueba.
 ------
 956300
```

minuendo 956300 estará bien hecha la operacion.

26. La multiplicacion de 6582 por 705 se probará dividiendo el producto 4640310 por el 705, y si sale al cociente 6582, y no sobra nada de la division, está exacta la operacion.

```
    6582
     705
 -------
   32910
 46074
 -------
 4640310 | 705
 4230    |-----
 ----    | 6582
  4103
  3525
  ----
   5781
   5640
   ----
    1410
    1410
    ----
       0
```

27. La division se probará multiplicando todo el cociente por el divisor, y si añadiendo al producto lo que sobró en la division sale el dividendo exactamente, está bien ejecutada la operacion.

```
 8456 | 49
 49   |-----
 ---- | 172
 355
 343          172
 ----          49
 0126         ----
   98         1548
 ----         688
   28          28 Resta.
              ----
              8456 prueba.
```

Aplicacion de las reglas anteriores.

28. *Cuestiones que se resuelven sumando.*

1.ª *Un cosechero ha vendido en varias ocasiones* 356, 452, 136, 845 *y* 64 *fanegas, ¿cuántas ha vendido?* Sumando se hallarán 1853 fanegas.

2.ª *Un sugeto ha empleado* 1580, 756, 2389, 464 *y* 1000 *rs., ¿á cuánto asciende el total?* Se hallará sumando que á 6189 rs.

29. *Cuestiones que se resuelven restando.*

1.ª *Un sugeto tenia* 84500 *rs., ha gastado* 25740, *¿cuánto le queda?* Restando tendremos que 58760 rs.

2.ª *Se deben* 52348 *rs., de los que se han pagado ya* 32584, *¿cuánto se debe aun?* Réstense, y se tendrán 19764 rs.

3.ª *Para comprar una viña que vale* 16500 *rs., tiene un labrador ya* 11554, *¿cuánto le falta aun?* Restando se hallará que 4946 rs.

30. *Cuestiones que se resuelven multiplicando.*

1.ª *Duplicar, triplicar, cuadruplicar &c. un número.* Se hará multiplicando por 2, 3, 4 &c.; asi el quintuplo de 28 se hallará multiplicando por 5 lo que da 140.

2.ª 5684 *arrobas de vino á 45 rs. la arroba, ¿cuánto importan?* Multiplicando se hallará que 255780 rs.

3.ª 5398 *varas ¿cuántos pies componen?* Multiplicando por 3 pies que tiene la vara resultan 16194 pies.

4.ª *Hallar el número de onzas que tienen 158 arrobas.* Redúzcanse estas á libras multiplicando por 25, y el resultado 3950 libras á onzas multiplicando por 16, y resultan 63200 onzas.

5.ª 36 *fanegas de trigo á razon de 8 rs. el celemin, ¿cuánto importan?* Redúzcanse las fanegas á celemines multiplicando por 12 celemines que tiene 1 fanega, y el resultado 432 celemines multiplíquense por los 8 rs., y resultarán 3456 rs.

6.ª *¿Cuántos maravedises contienen 654 cuartos?* Multiplicando por 4 mrs. que tiene un cuarto, resultan 2616 mrs.

7.ª 8 *duros, 12 rs. y 26 mrs. ¿cuántos maravedises componen?* Redúzcanse los 8 duros á rs. multiplicando por 20, y al resultado 160 añádanse los 12 rs., y se tendrán 172 rs., los que multiplicados por 34 mrs. que tiene 1 real producen 5848 maravedís, á los que agregando los 26 maravedís resultan 5874 mrs.

31. *Cuestiones que se resuelven dividiendo.*

1.ª *Tomar la mitad, tercera, cuarta, quinta &c. partes de un número.* Se hallará dividiendo por 2, 3, 4, 5 &c.; asi la octava parte de 72 se hallará partiendo 72 por 8, de donde sale 9, que es la octava parte.

2.ª *Tomar las cuatro quintas partes de 5640.* Dividiendo por 5 se tendrá 1128, que es una quinta parte, y multiplicándola por 4 se tendrán 4512, que son las cuatro quintas partes.

3.ª *Repartir 6488 pesos fuertes entre 56 hombres.* Dividiendo se hallarán 115 pesos, y sobran 48 pesos, los que multiplicados por 20 rs. dan 960 rs., que repartidos entre los 56 hombres corresponden á cada uno 17 rs., y sobran 8 rs., que reducidos á mrs. son 272, y divididos dan $4\frac{48}{56}$ mrs. Luego la parte de cada uno son 115 pesos, 17 rs. y $4\frac{48}{56}$ mrs.

4.ª *Hallar los rs. que componen 36254 maravedises.* Dividiendo por 34 mrs. que tiene 1 real resultan 1066, y sobran 10 maravedises.

5.ª *Hallar el número de rs. que componen 36254 cuartos.* Se reducirán á maravedises multiplicando por 4, el resultado 145016 se partirá por 34, y resultarán 4265 rs. y 6 mrs.

6.ª *Hallar las arrobas que componen*

18600 *onzas*. Partiendo por 16 onzas que tiene 1 libra se tendrán 1162 libras, las que partidas por 25 libras que tiene la arroba dan 46 arrobas, y sobran 12 libras y 8 onzas. Tambien se puede hacer esto dividiendo desde luego el 18600 por 400 onzas que tiene la arroba.

7.ª 358 *cabezas de ganado han costado 12888 rs., ¿á cómo costó cada una?* Dividiendo se tendrá el cociente 36 rs.

NOTA.

Para evitar repeticiones molestas usaremos en lo sucesivo de los signos +, —, ×, :, para espresar las operaciones de sumar, restar, multiplicar y dividir.

Asi esta espresion 8 + 4, que se lee 8 *mas* 4, indicará que se ha de sumar 8 con 4.

Esta otra 8 — 4, 8 *menos* 4, dirá que de 8 se ha de restar el 4.

Esta 8 × 4, que se lee 8 *multiplicado por* 4, dirá que el 8 se multiplique por el 4, y 8 : 4, ó lo que es lo mismo $\frac{8}{4}$, que se lee 8 *dividido por* 4, espresarán la division de 8 por 4.

El signo =, *igual*, sirve para espresar los resultados, asi 8 + 4 = 12, que se lee 8 *mas* 4 *igual á* 12, nos da á entender que 12 es el resultado de la suma de 8 y 4.

CAPÍTULO II.

De los quebrados en general.

32. *Quebrado es aquel número de que nos valemos para espresar partes de una unidad.*

Cualquier entero puede dividirse en 2, 4, 5, 9 &c. partes, y de ellas se pueden tomar 1, 2, 3, 6 &c. Para espresar esto se necesitan dos números, uno que señale las partes en que está dividida la unidad, el cual se llama *denominador*, y otro que diga cuantas de estas partes se toman, y al que se da el nombre de *numerador*.

33. Para espresar un quebrado se escribirá el numerador y debajo el denominador, separados uno de otro con una línea. Asi $\frac{3}{4}$ es un quebrado cuyo numerador es 3 y el denominador 4, y nos dice que de 4 partes que tenia el entero se han tomado 3.

34. Para leer un quebrado se espresará primero el numerador y despues el denominador asi: $\frac{1}{2}$ *un medio*, $\frac{2}{3}$ *dos tercios*, $\frac{3}{4}$ *tres cuartos*, $\frac{4}{5}$ *cuatro quintos*, $\frac{5}{6}$ *cinco sestos*, $\frac{3}{7}$ *tres séptimos*, $\frac{1}{8}$ *un octavo*, $\frac{6}{9}$ *seis novenos*, $\frac{7}{10}$ *siete décimos*.

Si el denominador es mayor que 10 se

le da la terminacion *avos*, asi $\frac{3}{11}$ se leerá *tres once avos*, $\frac{50}{60}$ *cincuenta sesenta avos*, $\frac{56}{9000}$ *cincuenta y seis nueve mil avos* &c.

35. Un quebrado es tanto menor cuanto mayor es su denominador. Asi de $\frac{4}{5}$, $\frac{4}{9}$, $\frac{4}{7}$, el $\frac{4}{9}$ es el menor; y un quebrado es tanto mayor cuanto mayor es su numerador. Asi de $\frac{5}{8}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{7}{8}$, el $\frac{7}{8}$ es el mayor; luego para hacer un quebrado 2, 3, 4, &c. veces mayor se multiplicarâ su numerador por 2, 3, 4 &c., y para hacerle 2, 3, 4 &c. veces menor se multiplicará su denominador por 2, 3, 4 &c. Asi el quebrado $\frac{4}{5}$ hecho 3 veces mayor es $\frac{4 \times 3}{5} = \frac{12}{5}$ y el quebrado $\frac{3}{4}$ hecho cinco veces menor es $\frac{3}{4 \times 5} = \frac{3}{20}$.

36. Los quebrados se dividen en *propios* é *impropios*. Propios son todos aquellos cuyo numerador es menor que el denominador; tales son $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{4}{9}$, $\frac{35}{125}$, $\frac{260}{3528}$ &c. Impropios son todos aquellos cuyo numerador es igual ó mayor que el denominador; tales son $\frac{6}{6}$, $\frac{29}{23}$, $\frac{8}{6}$, $\frac{9}{3}$, $\frac{5}{2}$, $\frac{162}{5}$, $\frac{266}{30}$. Desde luego se ve que estos quebrados contienen enteros, pues si una unidad está dividida en 6 partes, y se toman las 6, se toma toda la unidad, y

tomando 8 no solo se toma toda la unidad, sino parte de otra. Para sacar estos enteros se dividirá el numerador por el denominador: asi $\frac{5}{6}$ valdrá 1; $\frac{9}{3}$ será 3; $\frac{5}{2}$ será igual á $2\frac{1}{2}$; $\frac{266}{30}$ á $8\frac{26}{30}$.

37. *Un quebrado no altera su valor aunque sus dos términos se multipliquen ó dividan por un mismo número*, porque á medida que aumenta ó disminuye el numerador, aumenta tambien ó disminuye el denominador. Asi $\frac{1}{2}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{16}{32}$, $\frac{25}{50}$, $\frac{30}{60}$ &c. son iguales, pues en todos vale el numerador la mitad del denominador.

38. 1.° Para reducir un entero á quebrado se multiplicará el entero por el denominador que se le quiera dar, y al producto se le pondrá el denominador. Para reducir 6 á cuartos será $\frac{6\times4}{4}=\frac{24}{4}$; 12 reducido á tercios es $\frac{12\times3}{3}=\frac{36}{3}$ &c.

2.° Si el número tuviese quebrado se multiplicará el entero por el denominador del quebrado, al producto se añadirá el numerador, y se pondrá por denominador el del quebrado. Asi $4\frac{2}{3}=\frac{4\times3+2}{3}=\frac{14}{3}$; $8\frac{5}{6}=\frac{53}{6}$; $164\frac{2}{7}=\frac{1150}{7}$ &c.

3.° Si solo quisieramos dar al entero la

forma de quebrado le pondremos la unidad por denominador, $8 = \frac{8}{1}$; $9 = \frac{9}{1}$, $365 = \frac{365}{1}$ &c.

Reducir quebrados á un comun denominador.

39. Para esto se multiplicarán los dos términos de cada quebrado por el producto de los denominadores de los otros.

Para reducir $\frac{2}{3}$ y $\frac{4}{5}$ á un comun denominador multiplicaremos el 2 y 3 del primero por 5 denominador del segundo, y el 4 y 5 de este por 3 denominador del primero, y serán $\frac{10}{15}$ y $\frac{12}{15}$, cada uno de los cuales es igual á su correspondiente (37). Igualmente $\frac{7}{8}$ y $\frac{3}{5}$ se reducen $\frac{35}{40}$ y $\frac{24}{40}$.

40 Si fuesen tres ó mas los quebrados que queremos reducir, se multiplicarán los dos términos de cada quebrado por el producto de los denominadores de los otros. Sean los quebrados $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{4}{6}$: se multiplicarán los dos terminos 1 y 2 del primero por $5 \times 6 = 30$ producto de los otros denominadores, el 3 y 5 términos del segundo por $2 \times 6 = 12$, y el 4 y 6 del tercero por $2 \times 5 = 10$, y tendrémos $\frac{1 \times 30}{2 \times 30}$, $\frac{3 \times 12}{5 \times 12}$, $\frac{4 \times 10}{6 \times 10}$, ó $\frac{30}{60}$, $\frac{36}{60}$, $\frac{40}{60}$ quebrados iguales á los propuestos (37) y de un mismo denominador.

Si fuesen cuatro ó mas se hará lo mismo. Asi $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{5}$ son $\frac{60}{120}$, $\frac{80}{120}$, $\frac{30}{120}$ y $\frac{72}{120}$.

41. Para hallar cuál es mayor de varios quebrados se reducirán á un mismo denominador, y el que resulte con mayor numerador es el mayor. (35)

De la simplificacion de los quebrados.

42. Como un mismo quebrado puede escribirse de varios modos sin que mude de valor (37), siempre convendrá, cuando se haya de operar con ellos, buscar otro quebrado, que siendo igual al propuesto, tenga sus términos mas sencillos. Esto se consigue viendo si el numerador y denominador pueden dividirse por un mismo número, sin que quede residuo alguno; pues en este caso tendrémos un quebrado cuyos términos serán menores, y que tendrá igual valor que el propuesto. (37)

43. Para conocer si uno y otro término son divisibles por un mismo número hay varias reglas, que son; 1.ª Si los dos términos acaban en par son divisibles por 2: asi $\frac{12}{14}=\frac{6}{7}$ dividiendo los dos términos del primero por 2. 2.ª Si los dos terminos del quebrado son tales, que sumando separadamente sus cifras como uni-

dades simples, resulta un número divisible por 3, se puede dividir por 3. En el quebrado $\frac{423}{567}$ se verifica que $4+2+3=9$ divisible por 3, y $5+6+7=18$ divisible por 3; luego $\frac{423}{567}=\frac{141}{189}=\frac{47}{63}$. 3.ª Si los dos términos del quebrado son como los de $\frac{132}{648}$, cuyas dos últimas cifras 32 y 48 son divisibles por 4, será dividiendo $\frac{132}{648}=\frac{33}{162}$. 4.ª Cuando los dos términos acaban en 5, ó uno en 0 y otro en 5, son divisibles por 5: luego $\frac{25}{35}=\frac{5}{7}$ y $\frac{15}{20}=\frac{3}{4}$. 5.ª Si los dos términos acaban en 0 son divisibles por 10; asi $\frac{30}{40}=\frac{3}{4}$.

Resumiendo todas estas reglas para reducir el quebrado $\frac{1440}{8640}$, tendremos que sus términos son divisibles. . . . .

por 10, por 4, por 3, por 3, por 2, por 2
$\frac{1440}{8640}=\frac{144}{864}=\frac{36}{216}=\frac{12}{72}=\frac{4}{24}=\frac{2}{12}=\frac{1}{6}$
quebrado simplificado. Igualmente. . . . .

por 100, por 5, por 5, por 3,
$\frac{15000}{37500}=\frac{150}{375}=\frac{30}{75}=\frac{6}{15}=\frac{2}{5}$.

Los quebrados se suman, restan, multiplican y dividen.

De la suma de los quebrados.

44. Para sumar los quebrados se reducirán á un comun denominador, sino le tienen, se sumarán los numeradores, y á la suma se la pondrá el denominador

comun, sacando despues los enteros, si los hay. Asi $\frac{3}{4}+\frac{1}{4}=\frac{3+1}{4}=\frac{4}{4}=1$; $\frac{2}{3}+\frac{4}{5}=\frac{10}{15}+\frac{12}{15}=\frac{10+12}{15}=\frac{22}{15}=1\frac{7}{15}$. $\frac{1}{2}+\frac{2}{3}+\frac{3}{4}=\frac{12}{24}+\frac{16}{24}+\frac{18}{24}=\frac{12+16+18}{24}=\frac{46}{24}=1\frac{22}{24}=1\frac{11}{12}$. (43)

45. Si hubiere enteros juntos con los quebrados se sumarán estos como acabamos de decir, y la suma se añadirá á la de los enteros: asi $565\frac{1}{2}+8532\frac{3}{4}+254\frac{4}{5}$ será sumando primero los quebrados $\frac{1}{2}+\frac{3}{4}+\frac{4}{5}=\frac{20}{40}+\frac{30}{40}+\frac{32}{40}=\frac{82}{40}=2\frac{2}{40}=2\frac{1}{20}$; escrito el quebrado $\frac{1}{20}$ bajo de los quebrados, y añadiendo el 2 á los enteros, tendremos la suma total $9353\frac{1}{20}$.

$$\begin{array}{r} 2 \\ 565\frac{1}{2} \\ 8532\frac{3}{4} \\ 254\frac{4}{5} \\ \hline 9353\frac{1}{20} \end{array}$$

De la resta de los quebrados.

46. Para restar los quebrados se reducirán á un comun denominador si no le tienen, se restarán los numeradores, y á la resta se le dará el denominador comun. Asi $\frac{2}{3}-\frac{1}{2}=\frac{4}{6}-\frac{3}{6}=\frac{4-3}{6}=\frac{1}{6}$, que es la resta.

47. Si hubiere enteros con los quebrados se restarán primero estos, y despues

los enteros, y reüniendo estas dos restas tendremos la resta total, $2537\frac{5}{6} - 1742\frac{3}{7}$, será

$$\begin{array}{r} 2537\frac{5}{6} \\ 1742\frac{3}{7} \\ \hline 795\frac{17}{42} \end{array}$$

$\frac{5}{6} - \frac{3}{7} = \frac{35}{42} - \frac{18}{42} = \frac{35-18}{42} = \frac{17}{42}$ resta de los quebrados. La de los enteros es 795: luego la resta total es $795\frac{17}{42}$.

48. 1.° Si el quebrado del minuendo es menor que el del substraendo, se sacará del entero una unidad, se reducirá á quebrado, y se añadirá al del minuendo. Asi en $136\frac{1}{2} - 125\frac{5}{6}$ reducidos los quebrados $\frac{1}{2}$ $\frac{5}{6}$ á un comun denominador, son $\frac{6}{12}$ y $\frac{10}{12}$, y como de 6 no se pueden restar 10, se tomará 1 del 136, que reducido á dozavos es $\frac{12}{12}$: y añadidos al $\frac{6}{12}$ componen $\frac{18}{12}$, de que restando $\frac{10}{12}$ restan $\frac{8}{12}$. Restando ahora los enteros, rebajando al 136 la unidad, sale la resta total $10\frac{8}{12} = 10\frac{2}{3}$.

$$\begin{array}{r} 136\frac{1}{2} \\ 125\frac{5}{6} \\ \hline 10\frac{2}{3} \end{array}$$

2.° Para restar de un entero un quebrado, como en $6 - \frac{2}{3}$, tomaremos 1 del 6, que reducido á tercios es $\frac{3}{3}$, y será $6 = 5\frac{3}{3}$, $5\frac{3}{3} - \frac{2}{3} = 5\frac{1}{3}$, que es la resta.

3.° Si en el minuendo hay quebrado y en el substraendo no, se pondrá á la resta el quebrado del minuendo, y luego se restaran los enteros. Asi $35\frac{7}{8} - 10 = 25\frac{7}{8}$.

De la multiplicacion de los quebrados.

49. Para multiplicar un entero por un quebrado se multiplicará el numerador de este por el entero, y al producto se le pondrá el denominador: asi $\frac{3}{7} \times 5 = \frac{3 \times 5}{7} = \frac{15}{7} = 2\frac{1}{7}$. Debe hacerse asi, pues multiplicar $\frac{3}{7}$ por 5 es lo mismo que hacer el $\frac{3}{7}$ cinco veces mayor. Del mismo modo $8 \times \frac{4}{5} = \frac{8 \times 4}{5} = \frac{32}{5}$.

50. Si los dos números que se han de multiplicar son quebrados, se multiplicará numerador por numerador y denominador por denominador. Asi $\frac{2}{3} \times \frac{4}{5} = \frac{2 \times 4}{3 \times 5} = \frac{8}{15}$. Igualmente $\frac{7}{8} \times \frac{3}{9} = \frac{21}{72}$.

51. Cuando los números son compuestos de entero y quebrado se reducen á quebrados (38. 2.°), y despues se multiplican como tales. Asi $8\frac{2}{3} \times 5\frac{3}{4} = \frac{26}{3} \times \frac{23}{4} = \frac{26 \times 23}{3 \times 4} = \frac{598}{12} = 49\frac{10}{12} = 49\frac{5}{6}$. Del mismo modo $3582\frac{2}{3} \times 25\frac{1}{5} = \frac{10748}{3} \times \frac{126}{5} = \frac{1354248}{15} = 90283\frac{1}{5}$.

De la division de los quebrados.

52. Para dividir uno por otro dos quebrados se multiplicará el numerador del primero por el denominador del segundo, y el numerador de este por el denominador de aquel. Asi $\frac{2}{3} : \frac{5}{7} = \frac{2 \times 7}{3 \times 5} = \frac{14}{15}$, y este es el cociente. Del mismo modo $\frac{5}{6} : \frac{7}{8} = \frac{40}{42} = \frac{20}{21}$.

53. Si uno de los números es entero y el otro quebrado, se dará al entero la forma de quebrado (38. 3.º), y despues se dividirán como tales Asi $8 : \frac{2}{9} = \frac{8}{1} : \frac{2}{9} = \frac{72}{2} = 36$; $\frac{4}{5} : 6 = \frac{4}{5} : \frac{6}{1} = \frac{4}{30} = \frac{2}{15}$.

54. Si son enteros con quebrados se reducirán á quebrados, y se dividirán como acabamos de decir. Asi $9\frac{4}{5} : 6\frac{1}{3} = \frac{49}{5} : \frac{19}{3} = \frac{147}{95} = 1\frac{52}{95}$. Igualmente $8\frac{2}{3} : 4\frac{2}{6} = \frac{26}{3} : \frac{26}{6} = \frac{156}{78} = 2$; $5642\frac{4}{5} : 24\frac{1}{2} = \frac{28214}{5} : \frac{49}{2} =$

$$\frac{28214 \times 2}{5 \times 49} = \frac{56428}{245} = 230\frac{78}{245}.$$

De la valuacion de los quebrados.

55. Valuar un quebrado es hallar lo que vale en unidades inferiores del entero á quien se refiere. Para esto se multiplica-

rá el numerador por el número de unidades inferiores inmediatas que tiene el entero á quien pertenece; y el producto se dividirá por el denominador. Asi para valuar $\frac{2}{5}$ de peso multiplicaremos el 2 por 15 rs. que tiene un peso, y el producto 30 partido por 5 da 6 rs., valor de los $\frac{2}{5}$ de peso. Si fuesen $\frac{2}{3}$ de arroba se multiplicarán el 2 por 25, que son las libras que tiene una arroba (tabla 2.ª del fin), el producto 50 se dividirá por 3, y el cociente 16 libras y $\frac{2}{3}$ es el valor del quebrado. Para valuar los $\frac{2}{3}$ de libra que sobran se multiplicará el 2 por 16 onzas que tiene la libra, y el producto 32 dividido por 3 da el cociente $10\frac{2}{3}$ onzas, valor de los $\frac{2}{3}$ de libra. Valuando del mismo modo los $\frac{2}{3}$ de onza en adarmes, hallaremos que los $\frac{2}{3}$ arroba $=$ 16 libras $+$ 10 onzas $+$ $10\frac{2}{3}$ adarmes.

Asi hallaremos que $\frac{4}{7}$ de vara valen 1 pie, 8 pulgadas y $6\frac{6}{7}$ línea, ó 1 pie, 8 pulgadas y 7 líneas próximamente, pues cuando en estos pequeños residuos se acerca mucho el numerador al denominador, se le da una unidad mas.

56. Para valuar $\frac{3}{4}$ de 25 doblones se hará lo mismo, y será $\frac{3\times25}{4}=\frac{75}{4}=18\frac{3}{4}$ doblones: valuando ahora el $\frac{3}{4}$ resulta por

tener el doblon 4 pesos $\frac{3\times4}{4} = \frac{12}{4} = 3$ pesos: luego los $\frac{3}{4}$ de 25 doblones valen 18 doblones + 3 pesos.

Igualmente $\frac{5}{7}$ de 13 varas valen $\frac{5\times13}{7} = \frac{65}{7} = 9\frac{2}{7}$ varas; y valuando los $\frac{2}{7}$ de vara tendremos que valen 0 pies, 10 pulgadas, 3 líneas, $5\frac{1}{7}$ puntos: luego $\frac{5}{7}$ de 13 varas = 9 varas + 10 pulgadas + 3 líneas + $5\frac{1}{7}$ puntos.

De los quebrados compuestos.

57. Llámanse asi aquellos quebrados que son parte de otros quebrados; tales son $\frac{1}{2}$ de $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ de $\frac{8}{9}$ de $\frac{5}{7}$ &c. Estos quebrados se reducen á quebrados simples, multiplicándolos ordenadamente numerador por numerador y denominador por denominador; asi el primero $\frac{1}{2}$ de $\frac{2}{3} = \frac{2}{6}$, y el segundo $\frac{3}{4}$ de $\frac{8}{9}$ de $\frac{5}{7} = \frac{120}{252}$.

Reducidos a quebrados simples se calculan y valúan como tales.

De los números denominados.

58. *Números denominados* ó *complexos* son los que constan de diferentes cantidades relativas a una misma especie; tales

son 2 pesos, 4 reales y 8 maravedises; 8 arrobas, 6 libras, 9 onzas y 5 adarmes; 7 años, 10 meses, 9 dias, 12 horas y 14 minutos; 5 varas, 2 pies, 8 pulgadas y 7 líneas.

De la adicion y substraccion.

59. Para sumarlos (sobreentendiéndose que son de una misma especie) se escriben de modo que las unidades de un mismo nombre formen una columna, despues se empieza á sumar por las unidades inferiores, añadiendo á la columna inmediata superior las unidades de su especie que compongan.

Asi para sumar 35 ps. fs., 18 rs., 25 mrs.; 162 ps., 16 rs., 28 mrs.; 8 ps., 11 rs., 30 mrs.

	(2)	(2)
35 ps.	18 rs.	25 mrs.
162	16	28
8	13	30
207 ps.	9 rs.	15 mrs.

Escritos como se ve se suman los maravedises, y resultan 83 mrs., que divididos por 34 mrs. que tiene 1 real dan al cociente 2 rs., que se suman con los rs., y los 15 mrs. sobrantes se pondrán bajo de los maravedises sumados. Sumando los reales suman 49 rs., que son 2 ps. y 9 rs., que se ponen debajo de los rs. sumados: sumando los ps. serán 207 ps.; y reuniendo

ahora las trés sumas se tendrá la total, que es 207 ps., 9 rs., 15 mrs.

60. Para restarlos se escribe el minuendo sobre el substraendo lo mismo que para sumarlos, y se empieza á restar por las unidades inferiores. Si alguna parte del minuendo es menor que su correspondiente en el substraendo, se tomará de la columna inmediata superior una unidad, la cual se dividirá en sus partes menores, y se añadirá al minuendo, como se ve en los ejemplos. En el primero se quitan á las 8 libras 1 libra, ó 16 onzas, que se añaden á las 2 onzas, y restando de las 18

		(16)
45 ars.	8 libs.	2 onzas.
12 ars.	5 libs.	7 onzas.
33 ars.	2 libs.	11 onzas.

que resultan las 7, quedan 11 onzas, que se ponen debajo, rebajando luego de las 8 libras la libra que se le quitó. En el segundo se toma una arroba de las 725 arrobas,

	24 lib.	15 onz.	16 adar.
725 ar.			
37 ar.	9 lib.	10 onz.	7 adar.
687 ar.	15 lib.	5 onz.	9 adar.

la que se divide en 25 libras, ó en 24 libras, 15 onzas, 16 adarmes, por no haber en el minuendo onzas, libras ni adarmes de quien restar las del substraendo.

De la multiplicacion y division.

61. Para multiplicar 4 varas, 2 pies, 7 pulgadas por 3 pesos, 4 reales, 5 maravedises, se reducirán estos dos números á quebrados de este modo. Redúzcanse las 4 varas á pies, multiplicando por 3 pies que tiene 1 vara, al producto 12 se le añadirán 2 pies, y los 14 pies que resultan se reducirán á pulgadas, multiplicando por 12 pulgadas que tiene 1 pie, al producto 168 pulgadas se añadirán las 7, y serán 175 pulgadas, á cuyo número se dará por denominador el número de pulgadas que tiene 1 vara, que son 36, y será $\frac{175}{36} = 4$ varas, 2 pies, 7 pulgadas (55). Del mismo modo se convertirán en quebrados los 3 ps., 4 rs., 5 mrs., multiplicando el 3 por el 15 rs. que tiene 1 peso, y añadiendo al producto 45 los 4 reales. Los 49 rs. que resultan se reducen á mrs., multiplicando por 34, al producto 1666 mrs. se añaden los 5 mrs., y á la suma se la pone por denominador 510 mrs. que tiene 1 peso, y será $\frac{1671}{510} = 3$ ps., 4 rs. 5 mrs.

Luego en lugar de multiplicar 4 varas, 2 pies, 7 pulgadas por 3 ps., 4 rs., 5 maravedises, se multiplicarán $\frac{175}{36}$ por $\frac{1671}{510}$,

y será $\frac{175}{36} \times \frac{1671}{510} = \frac{175 \times 1671}{36 \times 510} = \frac{292425}{18360}$.

Sacando los pesos que contiene este quebrado impropio, resulta el cociente 15 pesos, y sobran 17025 pesos, que se reducirán á rs. multiplicándolos por 15 rs. que tiene 1 peso, y el producto 255375 rs. se dividirá por el mismo divisor 18360, lo que da al cociente 13, y sobran 16695 rs., que reducidos á mrs., multiplicando por 34, y dividido el producto 567630 mrs. por el 18360, da al cociente 30 mrs., y sobran 1683, que se pondrán en forma de quebrado. Reuniendo todos estos cocientes parciales tendremos que 4 varas, 2 pies, 7 pulgadas × 3 ps., 4 rs., 5 mrs. = 15 ps. 13 rs., $30\frac{1683}{1836}$ mrs.

```
292425 | 18360
108825   15 ps.
017025
    15 reduccion á rs.
------
 85125
17025
------
255375 | 18360
071775   13 rs.
 16695
    34 reduccion á mrs.
------
 66780
50085
------
56763(0 | 1836(0
01683     30 mrs.
```

62. Si uno de los números es denominado y el otro entero, como por ejemplo

4 arrobas, 5 libras, 7 onzas multiplicado por 45 pesos, se reducirá el primero á quebrado, se multiplicará luego por el 45, y será $\frac{1687}{400} \times 45 = \frac{1687 \times 45}{400} =$ &c. como en el anterior, y resultarán 189 ps., 11 rs., 27 mrs.

Si al dividir se hallase que correspondia al cociente 0, se pasaria inmediatamente á reducir el dividendo á unidades inferiores para dividir despues.

63. Para dividir 8 ps., 6 rs., 9 mrs. por 2 arrobas, 8 libras, 6 onzas, se reducirán estos números á quebrados, y resultará que los 8 ps., 6 rs., 9 mrs. $= \frac{4293}{510}$, y las 2 arrobas, 8 libras, 6 onzas $= \frac{934}{400}$. Luego la cuestion se reduce á dividir $\frac{4293}{510}$ por $\frac{934}{400}$, y será $\frac{4293}{510} : \frac{934}{400} = \frac{4293 \times 400}{510 \times 934} = \frac{1717200}{476340}$. Sacando los enteros que contiene este quebrado resul-

171720(0	47634(0
028818	3 ps.
15	reduccion á rs.
144090	
28818	
432270	47634
003564	9 rs.
34	reduccion á mrs.
14256	
10692	
121176	47634
025908	$2 \frac{25908}{47634}$ mrs.

ta el primer cociente 3 pesos, y sobran 28818, que reducidos á rs., multiplicando por 15 rs. que tiene 1 peso, y dividiendo los 432270 rs. por el mismo 47634, dan al cociente 9 rs. El residuo 3564 rs. se reducirá a mrs., y se dividirá por el mismo 47634, lo que da al cociente 2 mrs., y sobran 25908 mrs., que se pondrán en forma de quebrado. Reuniendo los tres cocientes resulta que 8 pesos, 6 rs., 9 mrs. : 2 arrobas, 8 libras, 6 onzas $=$ 3 ps., 9 rs., $2\frac{25908}{47634}$ mrs.

64. Si uno de los números es denominado y el otro entero, se reduce aquel á quebrado, y al entero se le da la forma, poniéndole la unidad por denominador, y despues se procede como antes. Asi 54 rs.: 4 arrobas, 2 libras, 6 onzas $= \frac{54}{1} : \frac{1638}{400} = \frac{54 \times 400}{1 \times 1638} =$ &c.

Si el dividendo no contiene mas que reales, el primer cociente no puede ser pesos, sino reales.

CAPÍTULO III.

De los cuadrados, cubos y raices.

65. *Cuadrado* de un número es el producto que resulta de multiplicarle por sí mismo una vez; asi el cuadrado de 8 es $8 \times 8 = 64$, el de 26 es 676, porque $26 \times 26 = 676$. Luego *cuadrar un número es multiplicarle una vez por sí mismo.*

Cubo es el producto que resulta de multiplicar el cuadrado de un número por el mismo número; asi el cubo de 3 es 27, porque 9, cuadrado de 3, multiplicado por este 3 da 27; el de 25 es 15625, porque el cuadrado $625 \times 25 = 15625$. Luego *cubar un número es multiplicar este número por su cuadrado.*

66. 1.° Asi el cuadrado del quebrado $\frac{4}{5}$ se hallará multiplicando $\frac{4}{5}$ por $\frac{4}{5}$, lo que nos dará $\frac{16}{25}$ (50): del mismo modo $\frac{7}{8}$ cuadrado será $\frac{7}{8} \times \frac{7}{8} = \frac{49}{64}$.

2.° Y el cubo del quebrado $\frac{4}{5}$ se hallará multiplicando su cuadrado $\frac{16}{25}$ por $\frac{4}{5}$, y se tendrá $\frac{64}{125}$ cubo pedido: del mismo modo el cubo de $\frac{7}{8}$ será $\frac{49}{64} \times \frac{7}{8} = \frac{343}{512}$.

3.° Y si fuese entero con quebrado como $25\frac{2}{3}$, se reducirá á quebrado (38), y será $\frac{77}{3}$, y despues se hallará su cua-

drado ó su cubo. El cuadrado será $\frac{77}{3} \times \frac{77}{3} = \frac{5929}{9}$, ó sacando los enteros, por ser quebrado impropio (36), $658\frac{7}{9}$, que es el cuadrado. El cubo será $\frac{5929}{9} \times \frac{77}{3} = \frac{456533}{27} = 16908\frac{17}{27}$ cubo pedido.

67. El número que multiplicado por sí mismo ha producido el cuadrado es lo que se llama *raiz cuadrada*, asi la raiz cuadrada de 49 es 7, porque 7×7 produce 49. La de 81 es 9, porque $9 \times 9 = 81$.

Y *raiz cúbica* es el número que multiplicado por su cuadrado produjo el cubo; asi la raiz cúbica de 27 es 3, porque 3 multiplicado por su cuadrado 9 produce 27; la de 125 es 5, porque $5 \times 25 = 125$.

68. Cuando el número cuya raiz se pide no tiene mas que dos ó tres cifras, se hallará por medio de la siguiente tabla;

Raices..	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cuadra.s	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
Cubos....	1	8	27	64	125	216	343	512	729	1000

Por ella hallaremos que la raiz cuadrada de 64 es 4, la de 90 es 9 y un quebrado, pues no hay número entero que multiplicado por sí mismo dé 90. La raiz cúbica

de 125 es 5, la de 740 es 9 y un quebrado.

Estraccion de la raiz cuadrada.

69. Cuando la cantidad cuya raiz se pide consta de tres ó mas cifras, como si fuese 576, se hará lo siguiente. Se dividirá el número en porciones de dos cifras de derecha á izquierda, bien que en la última porcion podrá quedar una sola cifra, como sucede en este caso, y será 5,76. Estrayendo la raiz de la primera porcion 5 de la izquierda, resulta 2 (68), que se escribirá á la derecha del 5,76 como se ve. Cuádrese la raiz hallada 2, y el cuadrado 4 se restará del 5. Al lado de la resta 1 se bajará la porcion 76, se separará con una coma el 6, y el residuo 17 de la izquierda se dividirá por el duplo de la raiz hallada, que es $2 + 2 = 4$, que se escribe debajo del 17. El cociente 4 se pondrá á la derecha del 2, y resulta que la raiz cuadrada de $576 = 24$. Para comprobar la operacion se escribirá la segunda cifra 4 de la raiz hallada al lado del divisor 4 puesto debajo del 17, y el

```
5,76 | 24 raiz.
4
----
17,6
 44
176
----
  0
```

44 que resulta se multiplicará por el mismo 4 de la raiz: el producto es 176, que restado del 176 de arriba da la resta 0.

70. Para hallar la raiz del número 315884 se dividirá en porciones de dos cifras, y estrayendo la raiz de la primera porcion 31, que es 5 (65), se escribirá esta raiz á la derecha del número. Cuadrándola resulta 25, que se restará de 31, lo que da la resta 6, á cuyo lado se bajará la porcion siguiente 58, y separando el 8 se doblará la raiz hallada 5, y el duplo 10 se pondrá debajo del 65, y dividiendo este por 10 el cociente 6 se escribirá á continuacion del 5 de la raiz y del divisor 10, con el que compondrá 106, que multiplicado por la raiz 6 acabada de hallar da el producto 636, que restado del 658 la resta es 22, á cuyo lado se bajará la porcion siguiente 84, y separando el 4 de la derecha quedará 228. Doblando la raiz 56 el duplo 112 se escribirá debajo del 228, y dividiendo este por 112 resultará el cociente 2, que se pondrá á continuacion del

```
31,58,84 | 562 raiz.
25
--------
  65,8
  106
  636
--------
  0228,4
   1122
   2224
--------
     60
```

56 y del 112, y será 1122, que multiplicado por la última cifra 2 de la raiz da 2224, que restados del 2284 de arriba restan 60; luego la raiz de 315884 es 562, y sobran 60.

71. En la estraccion de la raiz cuadrada se ha de tener presente: 1.° Que la raiz debe tener tantas cifras como porciones de dos el número de quien se estrae. 2.° Que al determinar los cocientes es necesario que estos sean tales, que sobre del dividendo una cantidad igual á lo menos al cuadrado del mismo cociente. 3.° Cuando alguna de las restas que resultan sea una cantidad igual ó mayor que el duplo de la raiz hallada hasta entonces mas una unidad, es indicio de que la última cifra puesta á la raiz es muy pequeña, y que debe aumentársele alguna unidad. 4.° Pero cuando no se pueda restar del número correspondiente el producto de la última cifra de la raiz por la cantidad que hay debajo del dividendo, indica que la raiz es grande, y que debe disminuírsele una ó mas unidades. 5.° Si despues de bajado un período al lado de la resta y separada la cifra de la derecha no se pudiese dividir por el duplo de la raiz hallada, se pondrá 0 al cociente, y se bajará en seguida el período siguiente al lado del

número que no se pudo dividir. 6.° Y en fin, cuando sobre alguna cantidad, como en el ejemplo anterior, en que restan 60 se le pondrá á esta resta por denominador el duplo de la raiz hallada mas una unidad, es decir, $2 \times 562 + 1 = 1125$, y sera la raiz total $562\frac{60}{1125}$.

Siguiendo estas reglas hallaremos que la raiz de 8456867 es $2980\frac{403}{5817}$.

```
8,45,68,67 | 2908 403/5817
4
------
44,5
 49
441
------
004686,7
  5808
 46464
------
 00403
```

Como 46 no se puede dividir por 58, se pone o á la raiz, y se baja la porcion siguiente 67, dividiendo 4686 por 580, duplo de 290.

Del mismo modo la raiz cuadrada de 81126049 es 9007.

72. En los quebrados se estraerá la raiz del numerador y del denominador: asi la raiz de $\frac{4}{9}$ es $\frac{2}{3}$, la de $\frac{121}{144}$ es $\frac{11}{12}$.

Si el quebrado fuese como $\frac{5}{6}$, que ni el 5 ni el 6 tienen raiz exacta, se añadirán dos 00 al numerador y denominador, lo que no altera el valor del quebrado (37),

y será $\frac{500}{600}$, y estrayendo la raiz del 500 (69), que es 22, y la del 600, que es 24, despreciando las restas, diremos que la raiz de $\frac{5}{6}$ es casi $\frac{22}{24} \doteq \frac{11}{12}$. (43)

Del mismo modo el quebrado $\frac{9}{13} = \frac{900}{1300}$ nos da de raiz $\frac{30}{36} = \frac{10}{12}$.

73. Si fuese un entero con quebrado, como $36\frac{3}{5}$, se reducirá á quebrado, y será $\frac{183}{5}$ (38), y haciendo lo dicho antes $\frac{18300}{500}$, cuya raiz es $\frac{135}{22} = 6\frac{3}{22}$. (36)

Estraccion de la raiz cúbica.

74. Cuando el número cuya raiz cúbica se pide consta de cuatro ó mas cifras, como 13824, se hará lo siguiente: se dividirá en porciones de tres cifras, empezando por la derecha, bien que la porcion de la izquierda puede tener una ó dos cifras, y será 13,824. Se estraerá la raiz cúbica de 13 que por no tenerla exacta, se tomará la mas aproximada, que es 2 (68), la que se escribe como se ve. Cubando el 2 el cubo 8 se restará del 13. Al lado de la resta 5 se bajará la porcion siguiente 824, y será 5824; separando las

13,824	24 *raiz.*
8	
58,24	
12	
13824	
0	

dos últimas cifras 24, las restantes, es decir, el 58, se dividirán por el cuadrado de la raiz hallada 2, que es 4 tomado tres veces, es decir por 12, y el cociente 4 se pondrá á continuacion del 2, y la raiz total es 24. Cubando el 24 (65), el cubo 13824 se restará del 13824 propuesto, y resta 0, indicio de que 13824 es un cubo perfecto.

75. Se pide ahora la raiz cúbica de 6038688. Dividido en porciones de tres cifras, se estraerá la raiz cúbica de 6, que es 1, que se escribirá á la derecha. Cúbese este 1, y el cubo 1 restado del 6 da la resta 5, á cuyo lado se bajará la porcion siguiente 038, separando las dos últimas cifras 38 de la derecha: el 50 se dividirá por 3 triplo del cuadrado de 1, y el cociente 8 se pondrá á continuacion del 1. El 18 que resulta elevado al cubo da 5832, que restado de las dos porciones tomadas arriba, es decir, de 6038, restan 206, á cuyo lado se bajará la porcion siguiente 688. Separando el 88 de

```
6,038,688 | 182 raiz.
1
50,38
 3
5832
02066,88
   972
6028568
0010120
```

la derecha, el 2066 se dividirá por 972, triplo del cuadrado de la raiz 18, el cociente 2 se escribirá á continuacion del 18, y será 182, que elevado al cubo produce 6028568, y restado del número propuesto da 10120; luego la raiz cúbica de 6038688 es 182, y sobran 10120.

76. Se ha de tener presente: 1.° Que la raiz cúbica ha de tener tantas cifras como porciones de 3 el número de quien se estrae. 2.° Que si despues de restado el cubo de la raiz del número propuesto resulta una resta igual ó mayor que el triplo del cuadrado de la raiz hallada, mas tres veces la misma raiz, mas 1 unidad, es señal de que la última cifra puesta á la raiz es pequeña. 3.° Cuando quede alguna resta como en el ejemplo anterior, en que sobran 10120, se la pondrâ por denominador un número compuesto de tres veces el cuadrado de toda la raiz hallada, que será 33124 × 3, mas tres veces la misma raiz, 182 × 3, mas 1 unidad, que sumará 99919, y será $\frac{10120}{99919}$, con que la raiz total es $182\frac{10120}{99919}$.

77. La raiz cúbica de un quebrado se halla estrayendo la del numerador y denominador; asi la de $\frac{27}{512}$ es $\frac{3}{8}$.

Si fuese el quebrado $\frac{12}{15}$, como ni el 12 ni el 15 tienen raiz, se les agregarán tres

ceros, y será $\frac{12}{15}=\frac{12000}{15000}$ (37); y estrayendo la raiz cúbica de 12000, que es 22, y la de 15000, que da 24, despreciando restas tendremos que la raiz cúbica de $\frac{12}{15}$ es $\frac{22}{24}=\frac{11}{12}$. (43)

78. Si fuese un entero con quebrado, como $8\frac{5}{6}$, se reducirá á quebrado, y dará $\frac{53}{6}$, y haciendo lo dicho (77) $\frac{53000}{6000}$, cuya raiz cubica es $\frac{38}{18}=2\frac{2}{18}=2\frac{1}{9}$.

CAPÍTULO IV.

De la proporcion geométrica y regla de tres.

79. *Razon geométrica* es la relacion que tienen entre sí dos cantidades de una misma especie que se dividen.

80. Si dividimos el número 8 por 4, esta espresion 8 : 4 es una razon geométrica, en la cual el 8 se llama *antecedente*, el 4 *consecuente*, y el resultado de esta division, que aqui es 2, se nombra *esponente de la razon.*

Dedúcese de aqui que el esponente de la razon geométrica se halla dividiendo el antecedente 8 por el consecuente 4, esto es, $8:4=2$.

81. Una razon geométrica no muda de valor aunque sus dos terminos se multipliquen o dividan por un mismo núme-

ro, porque la razon 8:4=2 tambien se puede escribir asi $\frac{8}{4}=2$ (31 *nota.*), es decir, en forma de quebrado, y como este no muda de valor aunque sus dos términos se multipliquen ó dividan por un mismo número (37), tampoco se mudará el valor de la razon.

82. Dos razones geométricas son iguales cuando tienen sus esponentes iguales; asi las razones 8:4=2 y 12:6=2 son iguales, pues una y otra valen 2.

83. *Proporcion geométrica* es la reunion de dos razones iguales, asi por ser 8:4=2 y 12:6=2, la espresion 8:4 =12:6, que comunmente se escribe asi 8:4::12:6, es una proporcion que se lee 8 *es á* 4 *como* 12 *lo es á* 6: el 8 y el 6 son los *estremos* de la proporcion, el 4 y 12 los *medios*, el 8 y 12 los *antecedentes*, y el 4 y 6 los *consecuentes*, cada uno de su razon respectiva.

84. En toda proporcion geométrica se verifica que el producto de los estremos es igual al de los medios. Con efecto, en 12:4::18:6 tenemos que 12×6 (producto de estremos) es igual á 4×18 (producto de medios), pues uno y otro dan 72: y lo mismo sucede con otra cualquiera.

Luego cuatro cantidades estarán en proporcion siempre que el producto de estre-

mos sea igual al de medios.

85. Para hallar el último término de una proporcion geométrica en que se conocen los otros tres términos, se multiplicarán los dos medios, y el producto se dividirá por el estremo que se conoce: asi para hallar el cuarto término de la proporcion 24:8::18...., se multiplicarán el 8 y 18, el producto 144 se dividirá por el 24, y el cociente 6 es el cuarto término, y será 24:8::18:6.

De la regla de tres.

86. La regla de tres es la que nos enseña á hacer aplicacion á los usos del trato civil del modo de hallar uno de los términos de una proporcion en la que se conocen los otros tres.

87. Al formar con los datos de la cuestion que se propone una proporcion geométrica de tres términos conocidos y uno que se va á buscar, se debe observar lo siguiente. Supongamos, se pregunta: si 6 hombres ganan 68 rs. al dia, 9 hombres ¿cuanto ganarán? Con las dos cantidades de una misma especie conocidas, que aqui son 6 hombres y 9 hombres, se formará la primera razon, y con las otras dos de igual especie 68 rs. y los rs. que

se buscan la segunda. Ademas se atenderá á si la cantidad de rs. que se busca ha de ser mayor ó menor que 68 rs., lo que se deducirá fácilmente del sentido de la cuestion: pues si 6 hombres ganan 68 rs., 9 hombres ganarán mas rs.; luego se deberá ordenar la proporcion de modo que en la primera razon el número mayor de hombres sea el consecuente, y se tendrá 6 hombres : 9 hombres :: 68 rs. : ... los reales que se buscan.

88. La regla de tres la dividen comunmente en *directa* é *inversa*, llamando directa á aquella en que creciendo unas cantidades crecen sus dependientes, é inversa á aquella en que cuando crecen unas cantidades disminuyen las que dependen de ellas.

89. La regla de tres se divide tambien en *simple* y *compuesta*. Simple es la que solo comprende cuatro cantidades, y compuesta cuando comprende mas de cuatro.

90. Haremos aplicacion de estos principios á la resolucion de varias cuestiones que el lector procurará generalizar, no siendo fácil incluir en ellas todos los casos que pueden ocurrir.

Cuestiones relativas á la regla de tres simple, sea directa ó inversa.

91. Cuestion 1.ª *Si 12 hombres ganan al dia 132 rs., 22 hombres ¿cuántos ganarán?*

Siendo los 22 hombres mas que 12, lo que ganen tambien será mas de 132 reales (87); luego es regla de tres directa, y diremos: 12 hombres: 22 hombres: : 132 reales: 242 rs., que se hallarán multiplicando el 22 por 132, y dividiendo el producto 2904 por el 12 (85); luego los 22 hombres ganarán 242 rs.

Cuestion 2. *Si 18 fanegas de trigo valen 1660 rs., 42 fanegas ¿cuánto costarán?*

Hecha la misma consideracion que en la anterior, diremos: 18 fanegas: 42 fanegas: : 1660 rs.: $3873\frac{1}{3}$ rs., importe de las 42 fanegas de trigo.

Cuestion 3. *Si 13 varas aragonesas hacen 12 de Castilla, 1360 varas aragonesas ¿cuántas castellanas harán?*

Diremos 13 varas aragonesas: 1360 varas aragonesas: : 12 varas de Castilla: $1255\frac{5}{13}$ varas de Castilla.

Cuestion 4. 4500 *rs. á razon de un* 4 *por* 100, *¿cuánto interesan?*

Esta cuestion es como si dijera: si 100

reales interesan 4 rs., 4500 ¿cuántos interesarán? luego 100 : 4500 : : 4 : 180 rs., que es el número pedido.

Cuestion 5. *Un sugeto prestó á un labrador 8600 rs. por término de un año al interés de un 6 por 100. El labrador le devuelve su dinero á los 9 meses: ¿cuánto importan los intereses de este tiempo?*

Hallaremos primero los de un año diciendo 100 : 8600 : : 6 : 516 rs., que es el interés de un año, ó 12 meses: ahora diremos 12 meses : 9 meses : : 516 : 387 rs., que son los intereses de 9 meses.

Cuestion 6. *Un labrador ha prestado á otro 860 fanegas por término de 4 años al 5 por 100 de interés, ¿cuántas fanegas deberá percibir el labrador al fin de los 4 años?*

Hállese primero las que corresponden á un año asi: 100:860:: 5:43 fanegas correspondientes á un año, las de los cuatro serán $43 \times 4 = 172$, que agregadas á las 860 componen 1032 fanegas, que es lo que se ha de devolver al labrador pasados los 4 años.

Cuestion 7. *Un sugeto ha vendido en 3400 rs. una tierra que le costó 2800, ¿cuánto ha ganado por 100?*

Hállese lo que ha ganado restando 2800 de 3400, y el residuo serán 600; ahora

diremos 2800 : 600 : : 100 : $21\frac{3}{7}$ rs. que ganó por 100.

Cuestion 8. *Un género vale á 10 rs. la libra, ¿á cómo se ha de vender la libra para ganar 6 por 100.*

Súmese 100 con el 6, y se dirá 100 : 106 : : 10 : $10\frac{3}{5}$ rs. á que se ha de vender la libra para ganar 6 por 100.

Cuestion 9. *Si 14 hombres hacen una obra en 18 dias, para hacerla en 12 dias ¿cuántos hombres serán necesarios?*

Para que la obra dure menos dias son necesarios mas hombres, luego es regla de tres inversa, y como vamos á determinar mayor número de hombres, diremos 12, número menor de dias, es á 18, número mayor de dias, como 14, número menor de hombres, es al número mayor que se pide, y será : 12 : 18 : : 14 : 21 hombres.

Cuestion 10. *Para plantar una viña se necesitan 3000 plantas de vid, distando una de otra 6 cuartas, ¿cuántas plantas se necesitarán para lo mismo siempre que de una á otra deba haber 9 cuartas?*

Inversa igualmente, pues cuanto mas espacio quede entre las plantas menos de estas se necesitan, y asi diremos 9 cuartas : 6 cuartas : : 3000 plantas : 2000 plantas que se necesitan.

Cuestion 11. *Si por un real dan 16 onzas de pan cuando la fanega de trigo vale 80 rs., estando á 48 rs. la fanega ¿cuántas onzas de pan darán por el real?*

Tambien inversa, pues cuanto menos cueste la fanega de trigo mas pan darán por un real; luego se dirá 48 : 80 : : 16 : $26\frac{2}{3}$ onzas que darán por el real.

Cuestiones relativas á la regla de tres compuesta.

92. Cuestion 12. *12 hombres en 6 dias han hecho 8 varas de pared, se desea saber 20 hombres en 9 dias ¿cuántas varas harán?*

Desde luego vemos que la razon que tienen las 8 varas y las varas que se buscan depende de las razones de 12 hombres á 20 hombres, y de 6 dias á 9 dias; pues segun aumenten ó disminuyen los hombres y los dias, aumentarán ó disminuirán las varas que se piden: luego las 8 varas y las que se piden estan en razon compuesta de las de 12 hombres á 20 hombres, y de 6 dias á 9 dias; luego tendremos:

12 homb. : 20 homb.
 6 dias... : 9 dias... } : : 8 varas....... ;

12×6 : 20×9 o 72 : 180 : : 8 : 20 varas que harán los 20 hombres.

Cuestion 13. *Si 5 arrieros con 3 caballerías cada uno, trabajando 9 dias, haciendo 6 viages cada dia, conducen 18000 quintales, 9 arrieros con 6 caballerías cada uno, trabajando 4 dias y haciendo 5 viages por dia, ¿cuántos quintales conducirán?*

Haciendo la misma consideracion que en la anterior hallaremos que 18000 quint. y los que se buscan, estan en razon compuesta de las de 5 arrieros á 9 arrieros, de 3 caballerías á 6 caballerías, de 9 dias á 4 dias, y de 6 viages á 5 viages.

$$\left.\begin{array}{l} 5 : 9 \\ 3 : 6 \\ 9 : 4 \\ 6 : 5 \end{array}\right\} : : 18000 \text{ quint.} : \text{á los que se buscan.}$$

3 : 4 : : 18000 : 24000 quintales, que son los que se pedian.

En esta cuestion y sus semejantes se suprimen los factores comunes en los antecedentes y consecuentes, como 5 y 5, 9 y 9, 6 y 6, lo que no influye en el valor del cuarto término (81), y simplifica mucho la operacion.

Cuestion 14. *6 caballerías andando unas norias en 5 dias, trabajando 4 horas por dia, sacan 8000 cubas de agua: ¿cuántas caballerías serán necesarias para que en 6*

dias, trabajando 8 horas por dia, saquen 16000 cubas?

Señálese con una letra las caballerías que se buscan, y diremos:

$$\left.\begin{array}{l} 6 \text{ caballer.} : x \text{ caballer.} \\ 5 \text{ dias.......} : 6 \text{ dias........} \\ 4 \text{ horas.....} : 8 \text{ horas......} \end{array}\right\} :: 8000 : 16000.$$

20 : 8 × x :: 8000 : 16000. Para hallar el valor de x multiplicaremos los estremos 20 y 16000, y los medios 8 y 8000, y dividiendo el producto mayor, que aqui es 320000, por el menor 64000, el cociente 5 son las caballerías pedidas. Del mismo modo se hallaria cualquiera otra de las cantidades.

Regla de compañías.

93. Llámase esta regla asi porque sirve para repartir las ganancias ó pérdidas de una compañía de comercio con arreglo á lo que impuso cada asociado.

Cuestion 15. *Dos han comerciado juntos, el uno con 236 pesos, y el otro con 128, han ganado ó perdido 800 pesos, ¿cuánto corresponde á cada uno con arreglo á lo que puso?*

Es claro que todo el capital que juntaron entre los dos será á lo que gana-

ron con él como lo que cada uno impuso es á la parte que le toca: luego sumando el 236 y 128 se hallará la parte del 1.° diciendo 364 : 800 : : 236 : $518\frac{248}{364}$ pesos; la del 2.° 364 : 800 : : 128 : $281\frac{116}{364}$ pesos. Para comprobar la operacion sumaremos las partes $518\frac{248}{364}$ y $281\frac{116}{364}$, y si componen los 800 pesos, como se verifica, está bien hecha la operacion.

Cuestion 16. *Tres han hecho una siembra á medias, el 1.° sembró 12 fanegas, el 2.° 15 y el 3.° 20; cogieron en todo 208 fanegas, ¿cuánto corresponde á cada uno de esta cosecha?*

Fs. sembradas..		
12	47 : 208 :: 12 : $53\frac{5}{47}$	fs. pte. del 1.°
15	47 : 208 :: 15 : $66\frac{18}{47}$	fs. pte. del 2.°
20	47 : 208 :: 20 : $88\frac{24}{47}$	fs. pte. del 3.°

Suma 47. Prueba 208, que es el número de fanegas cogidas.

Cuestion 18. *Cuatro hicieron compañía, el 1.° puso 30 pesos por 4 meses, el 2.° 26 pesos por 5 meses, el 3.° 16 pesos por 1 año, y el 4.° 26 pesos por 3 meses; ganaron 54 pesos, ¿cuánto corresponde á cada uno con arreglo á lo que impuso y al tiempo que lo tuvo impuesto?*

Esta cuestion se llama regla de compañías con tiempo, la que se resolverá como las anteriores, advirtiendo que los

30 pesos que el 1.° tiene por 4 meses equivalen á $30 \times 4 = 120$ pesos que hubiera tenido un mes: los 26 del 2.°, impuestos por 5 meses, equivalen á $26 \times 5 = 130$ pesos impuestos por solo un mes; del mismo modo los 16 pesos del 3.° por 1 año ó 12 meses será $16 \times 12 = 192$, y el 4.° $36 \times 3 = 108$: haciendo ahora uso de estos productos nos dará:

120	$550 : 54 :: 130 : 11\frac{430}{550}$	pte. del 1.°
130	$550 : 54 :: 120 : 12\frac{420}{550}$	pte. del 2.°
192	$550 : 54 :: 192 : 18\frac{468}{550}$	pte. del 3.°
108	$550 : 54 :: 108 : 10\frac{332}{550}$	pte. del 4.°
Suma 550	Prueba 54	

Reglas de aligacion.

94. La regla de aligacion ó de mezcla se hace con dos fines, ó para hallar el precio á que se ha de vender la unidad de la mezcla de varios géneros, ó para saber qué cantidades de estos se han de mezclar para poder vender cada unidad de ella á un precio dado.

Cuestion 19. *Un labrador tiene 24 fanegas de trigo de á 60 rs. la fanega, y otras 14 cuyo precio es 72 rs.; si mezcla estas dos especies ¿á cómo podrá vender la fanega de mezcla para no perder ni ganar.*

No hay duda que todo el número de fanegas que componen la mezcla será al importe de todas ellas, como una unidad ó fanega de la mezcla es á su importe, luego diremos:

fs. de la mezcla. importe de la mezcla.

24 + 14 : 24 fs.×60 rs. + 14 fs.×72 rs. :: 1 fanega á su precio. Y haciendo las operaciones 38 : 2448 :: 1 : $64\frac{16}{38}$ rs., que el valor de la fanega sin perder ni ganar.

Cuestion 20. *Un sugeto tiene tres clases de garbanzos; á saber: 10 arrobas de á 48 rs., 6 arrobas de á 32 rs. y 8 arrobas de á 30. Quiere saber si mezcla estos géneros ¿á cómo podrá vender la arroba de mezcla sin perder ni ganar?*

Diremos como en la anterior: 10 arrobas + 6 arrobas + 8 arrobas : 10 × 48 + 6 × 32 + 8 × 30 rs. :: 1 : á su precio. Y reduciendo 24 arrobas : 912 rs. :: 1 arroba : 38 rs., precio de la arroba de los géneros mezclados.

Estas operaciones se prueban multiplicando las 24 arrobas por 38 rs., á ver si producen los 912 rs.

Cuestion 21. *Un cosechero tiene trigo de á 60 rs. la fanega, y centeno de á 40 rs: quiere saber ¿qué cantidades ha de tomar de uno y otro para hacer una mezcla que pueda vender á 48 rs. la fanega?*

Escríbanse los precios 60 rs. y 40 rs. como se ve, y el precio medio 48 al lado. Hállese la

$$48\begin{cases}60 \ldots 8\\40 \ldots 12\end{cases}$$

diferencia que hay de 60 á 48, que es 12, y escríbase al lado del 40; hállese igualmente la diferencia de 40 á 48, que es 8, y escríbase al lado del 60, y tendremos que del trigo de á 60 rs. la fanega ha de tomar 8 fanegas, y del centeno de á 40 rs. 12, y mezclando las 8 con las 12 resultará una mezcla que podrá venderse á 48 rs. para no perder ni ganar.

En lugar de los números 8 y 12 pudiera tomar sus duplos, triplos &c. ó sus mitades, de modo que puede tomar 16 y 24, ó 24 y 36, ó 4 y 6 &c.

Para comprobar esta operacion se sumarán las fanegas que se toman 8 y 12, y si multiplicadas por 48 producen tanto como las 8 fs. á 60 rs. mas las 12 á 40 rs., como sucede aqui, está bien la operacion.

Cuestion 22 *Uno tiene vino de á 40 rs. arroba, de á 52 rs. y de á 80 rs.; quiere que mezclando estas tres clases de vino le pueda vender á 64 rs. arroba, ¿cuántas arrobas ha de mezclar de cada clase.*

Escríbanse los precios como se ve. Tómese un precio

$$64\begin{cases}40 \ldots 16\\52 \ldots 16\\80 \ldots 24 + 12\end{cases}$$

mayor y otro menor que el precio medio 64, por ejemplo el 40 y el 80. Hállese la diferencia de 40 á 64, que es 24, y escríbase al lado del 80; hállese la diferencia de 80 á 64, que es 16, y escríbase al lado del 40. Tómese despues el 52 y el 80, siempre el uno mayor y el otro menor que el 64, hállese la diferencia del 52 á 64, que es 12, y escríbase al lado del 80; hállese la diferencia del 80 al 64, que es 16, y escríbase al lado del 52, y tendrémos que del vino de á 40 rs. se han de tomar 16 arrobas, del de á 52 rs. otras 16, y del de á 80 rs. 24+12, que son 36: tambien puede tomar las mitades 8, 8 y 18, ó las cuartas partes 4, 4 y 9 &c.

Cuestion 23. *Un cosechero tiene que remitir una partida de 600 arrobas de aceite á 80 rs arroba, y no hallándose con género de este precio, pero si de á 60, de á 72 y de á 90 rs. arroba, desea saber ¿qué cantidades ha de tomar de estos géneros para juntar las 600 ars. que pueda dar á 80 rs.?*

En primer lugar veremos como en la cuestion anterior qué cantidades ha de tomar de sus géneros para venderlo á 80 rs., y hallaremos, como se ve al márgen, que del de á 60 de-

$$80\begin{cases}60 \;\ldots\; 10\\ 72 \;\ldots\; 10\\ 90 \;\ldots\; \underline{20+8}\\ \qquad\qquad 48\end{cases}$$

be mezclar 10 arrobas, del de á 72 otras 10 arrobas, y del de á 90 28 arrobas; pero como 10 + 10 + 28 suman solo 48 arrobas, y se le piden 600, para hallar las que ha de tomar del de á 60 diremos 48 : 600 : : 10 : 125 arrobas que ha de tomar del aceite de á 60: tomará otras 125 del de á 72, y para las de á 90 se dirá 48 : 600 : : 28 : 350 arrobas: sumando las 125 arrobas + 125 arrobas + 350 arrobas, suman las 600 arrobas pedidas.

Cuestion 24. *Se quieren mezclar vinos de á 30, 36 y 44 rs. arroba para venderlo á 40 rs., en la inteligencia que del vino de á 30 rs. se han de emplear en la mezcla 16 arrobas: ¿ cuánto se echará de los demas?*

Resuelta la cuestion como las anteriores hallamos que deberia mezclar para

$$40\begin{cases} 30 \ldots & 4 \\ 36 \ldots & 4 \\ 44 \ldots & 10+4 \end{cases}$$

4 arrobas de á 30 rs. otras 4 de á 36 y 14 á 44; pero debiendo echar 16 arrobas del de á 30 rs. deberá dar otras 16 del de á 36, y para el de á 40 dirá: si para 4 arrobas de á 30 hay que echar 14 de á 44, para 16 de á 30 ¿cuántas de á 44 se echarán? esto es: 4 : 14 : : 16 : 56 arrobas que debe echar del de á 44 rs.

Regla de la falsa posicion.

95. Esta regla sirve para hallar un número que se busca por medio de otro que se supone.

Cuestion 25. *Se pide un número cuya mitad, tercera y cuarta parte sumen 39.*

Tómese un número que tenga mitad, tercera y cuarta parte justas; por ejemplo 12. Súmense su mitad 6, su tercio 4 y su cuarto 3, y se tendrá la suma 13. Luego diremos: si 13 resulta de suponer que el número es 12, ¿39 de qué número resultará? y será 13:12::39:36, que es el número pedido: con efecto, su mitad 18, su tercio 12 y su cuarto 9 componen el número dado 39.

Cuestion 26. *Uno compró unas tierras, una viña, una casa y un caballo en 5100 pesos; la viña le costó tres veces mas que el caballo, la casa dos veces mas que la viña, y las tierras cuatro veces mas que la casa: ¿cuánto le costó cada cosa?*

Supongamos que el caballo le costó 5 pesos: segun este supuesto la viña le costaria 15 pesos, la casa 30 y las tierras 120; pero como todas estas cantidades solo componen 170 pesos, cantidad menor que 5100, diremos: si 170 resulta de su-

poner que el caballo costó 5 pesos, ¿ 5100 de quién resultará? es decir, 170 : 5 :: 5100 : 150 pesos, que es lo que costó el caballo, luego la viña costaria 450 pesos, la casa 900 y las tierras 3600. Con efecto, sumadas estas cantidades producen los 5100 pesos.

Cüestion 27. *Un sugeto ordenó en su testamento que de sus bienes se diesen las dos terceras partes á su hijo, la quinta parte á su sobrina, y lo restante de su hacienda, que son 800 pesos, á su criado: ¿cuánto dejó el testador?*

Tómese un número que tenga tercera y quinta parte justas, como 30. El hijo tomará las dos terceras partes, que son 20, y la sobrina la quinta parte, que son 6, y lo restante 4 corresponderá al criado. Pero como todas estas partes solo componen 30, cantidad menor que la que se busca, diremos: si restan 4 de suponer que la hacienda es 30, ¿800 de qué hacienda provendrá? es decir, 4 : 30 :: 800 : 6000 pesos, que es el valor de la hacienda: con efecto, dando las dos terceras partes ó 4000 pesos al hijo, la quinta parte ó 1200 pesos á la sobrina, quedan los 800 del criado.

CAPÍTULO V.

Algunas nociones de Geometría.

96. *La Geometría es la ciencia que tiene por objeto tratar de la medida de la estension.*

La estension consta de tres dimensiones, que son *longitud*, *latitud* y *profundidad* ó *grueso.*

97. La estension en sola longitud se llama *línea*, y los estremos de esta se llaman *puntos.*

Fig. 1 *Línea recta* es la que va de un punto á otro por el camino mas corto, tal como AB.

2 *Línea curva* es la que ni es recta ni está compuesta de rectas; tal es CDA.

98. *Superficie* es la estension en longitud y latitud, pero sin grueso alguno.

Superficie plana ó *plano* es aquella á la que se puede aplicar en cualquiera direccion una línea recta, de modo que todos sus puntos la toquen.

Superficie curva es aquella que ni es plana ni está compuesta de superficies planas.

99. *Sólido* ó *cuerpo* es aquel que reune en sí las tres dimensiones, es decir, que es largo, ancho y grueso.

100. Cuando dos líneas rectas AB y 3
AD se encuentran en un punto A, la abertura que queda entre ellas se llama *ángulo*. El ángulo se señala unas veces con una sola letra A puesta en el vértice A, y otras con tres letras BAD ó DAB, leyendo siempre la letra del vértice en medio: las líneas AB, AD se llaman lados del ángulo.

Como el ángulo es la abertura que dejan entre sí las rectas AB, AD, no influye en el valor del ángulo que sean cortas ó largas, y asi de los ángulos BAD y MNP el mayor es MNP, pues aunque sus lados son mas cortos que los de BAD, comprenden mayor abertura.

101. Llámase *línea perpendicular* una 4
recta AB que cae sobre otra CD formando dos ángulos ABC y ABD iguales entre sí, cada uno de los cuales se llama *ángulo recto*.

102. *Línea oblícua* es la que como AB 5
cae sobre otra CD formando dos ángulos desiguales. El ángulo ABC, mayor que un ángulo recto, se llama *obtuso*, y el ángulo ABD, menor que un ángulo recto, se llama *agudo*.

103. En un punto B no se puede le- 4
vantar mas que una perpendicular AB, pues otra cualquiera BE se inclina mas

hácia el punto C que hácia D.

6 104. *Líneas paralelas* son las que siempre conservan entre sí una misma distancia, como las AB, CD: luego todas las perpendiculares AC, EF, BD que van de una paralela á otra, y que miden esta distancia, son iguales.

105. *Figura plana* es un plano terminado por líneas: si estas son rectas se llama *figura rectilínea ó polígono*, y si curvas *curvilínea*. ABCDEF es una figura
7 rectilínea ó polígono, y ABCD es una fi-
8 gura curvilínea. *Perímetro* de una figura
7 ABCDEF es la suma ó conjunto de todas
las líneas que la terminan, y el espacio cerrado por estas líneas se llama *superficie ó area*.

106. El polígono de tres lados se llama *triángulo*, el de cuatro *cuadrilátero*, el de cinco *pentágono*, el de seis *exagono*, el de siete *eptágono*, el de ocho *octógono*, el de nueve *eneágono*, el de diez *decágono*, el de once *endecágono*, el de doce *dodecágono*.

107. Llámase *triángulo equilátero* el
9 que tiene sus tres lados iguales, como
ABC. *Triángulo isósceles* es el que tiene
10 solos dos lados iguales, como DEF, y
triángulo escaleno el que tiene sus tres la-
11 dos desiguales; tal es CBA.
12 *Triángulo rectangulo* es el que tiene un

ángulo recto, como DFE, el lado DE opuesto al ángulo recto F se llama *hipotenusa*, y los lados DF y FE *catetos*.

108. En general se llama *base* de un 10
triángulo cualquiera de sus lados DE, y *altura* una perpendicular FG bajada á la base DE desde el ángulo F opuesto á dicha base. En algunos triángulos baja la 11
altura CD á la prolongacion de la base AB.

109. El cuadrilátero que tiene sus cua- 13
tro lados iguales y sus ángulos rectos se llama *cuadrado*.

Si los ángulos son rectos y los lados 14
no son iguales se llama *rectángulo*.

Se llama *rombo* cuando tiene los ángu- 15
los desiguales y sus lados paralelos é iguales.

Romboyde es el que tiene sus ángulos 16
y lados desiguales, pero paralelos.

Estas cuatro figuras se llaman *paralelogramos*.

El *trapecio* es el que tiene solo dos la- 17
dos paralelos.

Trapezoide es el que no tiene ningun 18
lado paralelo á otro.

110. *Base* de un cuadrilátero cual- 13 *y sig.*
quiera es su lado inferior MN, y *altura* la perpendicular GH bajada á la base desde el lado opuesto.

Diagonal es una línea ML que va desde un ángulo M á su opuesto L.

7 111. Llamase *polígono regular* aquel que tiene todos sus lados iguales, como tambien los ángulos; tal es ABCDEF, y *polígono irregular* es el que tiene sus la-
19 dos y ángulos desiguales, como MNQRP.

Todo polígono se puede dividir en tantos triángulos como lados tiene menos dos, pues con efecto tirando las diagonales PN, PQ resultan tres triángulos, y el polígono MNQRP tiene cinco lados.

7 En los polígonos regulares el punto medio O se llama *centro del polígono*; la línea OK perpendicular á un lado BA se nombra *radio recto*, y la línea OB que va desde el centro O al vértice del ángulo B se llama *radio oblicuo.*

De las figuras curvilíneas solo haremos aqui mencion del *círculo* y de la *elipse.*

20 112. Círculo es una figura terminada por una línea curva ABCEFD llamada *circunferencia*, la cual tiene todos sus puntos igualmente distantes de un punto O llamado *centro.*

Toda línea OD, OF tirada desde el centro á la circunferencia se llama *radio*, y toda línea recta, como DE, compuesta de dos radios se llama *diámetro.*

Todos los radios de un círculo son

iguales, como tambien sus diámetros.

Arco es una porcion de circunferencia tal como ABC, y la línea recta AC que va desde un estremo A á otro C del arco se llama *cuerda*.

Segmento es cualquiera de las dos partes en que la cuerda AC divide al circulo. De estas la parte X se llama *segmento menor*, y la otra parte ADFEC en que se halla el centro O se llama *segmento mayor*.

Todo diámetro DE divide el círculo en dos partes iguales, que se llaman *semicírculos*.

Sector es la parte del círculo comprendida entre dos radios OD, FO y el arco DF.

Tangente es toda línea recta, como MN, que toca al círculo en un punto B, y *secante* es toda línea que atraviesa el círculo, como GI.

113. Toda circunferencia de círculo, sea grande ó pequeña, se considera dividida en 360 partes iguales, que se llaman *grados*, cada grado se subdivide en otras 60 partes iguales llamadas *minutos*, y cada minuto en 60 *segundos*.

114. El valor de un ángulo ABC se 21
aprecia por el número de grados, minutos y segundos que contiene un arco cualquiera MN trazado desde el vértice B, y

terminado por los dos lados del ángulo. Asi si suponemos que el arco MN contenga 25 de las 360 partes iguales que comprende la circunferencia total, diremos que el angulo ABC vale 25 grados.

Si desde el vértice B de un ángulo recto ABC trazamos un arco MN, este será la cuarta parte de la circunferencia, es decir, comprenderá 90 grados: luego el ángulo obtuso valdrá mas de 90 grados, y el agudo menos. (101-102)

Los tres ángulos de cualquier triángulo valen juntos dos ángulos rectos ó 180 grados.

Los grados, minutos y segundos se señalan con estos signos °, ′, ″: asi para indicar que el ángulo ABC tiene 36 grados, 8 minutos y 29 segundos, se escribirán asi: 36°... 8′... 29″.

8 115. Llámase *elipse* una figura terminada por una línea curva ABCD, tal que los dos diámetros AC y BD que pasan por su centro O son desiguales.

La línea AC se llama *eje* ó *diámetro mayor*, y la BD *eje* ó *diámetro menor*.

22 116. *Prisma* es un cuerpo terminado por paralelogramos, y cuyas bases opuestas A y B son dos polígonos paralelos é iguales.

Altura del prisma es cualquier perpen-

dicular FG bajada de una base á otra, ó á su prolongacion; y *arista* ó *esquina* se llama aquella recta en que concurren dos de los planos que constituyen el prisma, asi MS, RN son aristas.

El prisma es *triangular*, *cuadrangular*, *pentagonal* &c., segun su base es un triángulo, un cuadrilátero, un pentágono &c.

117. Cuando las dos bases del pris- 23
ma son cuadrados, y los otros cuatro lados lo son tambien, se llama *cubo*; tal es un dado, ó la figura E.

118. Si las dos bases del prisma son dos círculos iguales y paralelos se llama *cilindro*; tal es D. Una linea AB bajada
desde el centro de la base superior al de 24
la inferior se llama *eje del cilindro*, y *altura* la perpendicular AB que baja de una base á otra, ó á su prolongacion.

119. *Pirámide* es un cuerpo cuya base 25
es un polígono cualquiera A, y sus lados son triángulos que concurren en un punto S, llamado *cúspide* ó *vértice* de la pirámide.

Cuando la base de esta es un círculo 26
toma el nombre de *cono*, tal es M.

120. *Pirámide truncada* es aquella á 27
la que le falta la parte superior, como la de la figura.

25 121. Llámase *altura* de una pirámide ó cono la perpendicular bajada desde el cúspide â la base ó á su prolongacion.

28 122. Cualquiera de estos sólidos es *oblicuo* cuando tiene una situacion inclinada, como el prisma y pirámide de las figuras C, D.

29 123. La *esfera* es un cuerpo terminado por una superficie curva, la que tiene todos sus puntos igualmente distantes de un punto O llamado *centro*; asi una bala de cañon ó una bola de villar son esferas. Toda recta, como OM, que va del centro á la superficie se llama *radio*, y toda recta, como FG, que pasa por el centro se llama *eje* ó *diámetro de la esfera.*

Todo círculo FHGI que pasa por el centro de la esfera se llama *círculo máximo* ó *mayor*, pero si no pasa por el centro se llama *círculo menor*; tal es ABDC.

El círculo máximo divide la esfera en dos partes iguales llamadas *semi-esferas* ó *hemisferios*, y el círculo menor la corta en dos partes desiguales llamadas *segmento mayor* la mas grande, y *segmento menor* la otra.

Zona esférica es una porcion de esfera ADGF comprendida entre dos círculos ABDC y FHGI, paralelos entre si.

Sector esférico es un cuerpo MPNO com-

puesto de un segmento menor MPN, y de un cono MNO cuyo vértice O está en el centro de la esfera.

124. *Elipsoyde* ó *esferoyde* ABCD es 30
un cuerpo semejante á un huevo ó á una naranja: en el primer caso se llama *esferoyde prolongado*, en el segundo *esferoyde aplanado*, y en ambos casos tiene dos diámetros desiguales llamados *eje mayor* y *eje menor*.

Cuestiones prácticas sobre el papel.

125. Cuestion 1.ª *Tirar una línea rec-* 1
ta de un punto A á otro B.

Póngase una regla de modo que su canto coincida con los dos puntos dados, y pásese un lápiz ó pluma á lo largo del canto de la regla desde el punto A al punto B, y quedará tirada la línea que se pide.

Cuestion 2. *Dado el centro O trazar un* 2
arco que pase por otro punto D.

Póngase la punta de un compás en el punto O, ábrase hasta que la otra punta venga al punto D, y haciendo girar á esta, permaneciendo la otra inmóvil en O, trazará el arco pedido, que se hará mas ó menos grande, segun convenga.

Cuestion 3. *Dividir una recta AB en* 31

dos partes iguales con una perpendicular.

Haciendo centro en el punto A con una abertura de compás mayor que la mitad de AB, trácense los arcos *xy* y *pq*, uno arriba y otro abajo, y con la misma abertura, haciendo centro en B, trácense los arcos *mn*, *zu*, que cortarán á los primeros en los puntos F y G, por estos puntos tírese la recta FG, y esta es la perpendicular pedida. Si solo se quisiere dividir la recta AB en dos partes iguales, bastará poner la regla en los puntos F y G y señalar el punto C, que es el medio de la línea.

32 Cuestion 4. *Desde un punto dado A fuera de una recta CD bajar á esta línea una perpendicular.*

Haciendo centro en A con suficiente radio trácese el arco *xy* que corte á la CD en los puntos *x*, *y*. Desde estos puntos, como centros, con la misma abertura, trácense á la parte inferior los arcos *ts*, *zu*, que se cortarán en G; por este punto y el dado A tírese la AG, que es la perpendicular pedida.

33 Cuestion 5. *Dado un punto A en una recta ED levantar en él una perpendicular á esta línea.*

Desde el punto A, con cualquiera abertura de compas, señálense los puntos *m*,

n; con otra abertura mayor haciendo centro en estos puntos *m* y *n*, trácense los arcos *xy*, *zu*, que se cortarán B, y tírese la AB, que es la perpendicular pedida.

Cuestion 6. *Levantar una perpendicular en el estremo D de una recta CD.* 34

Haciendo centro en un punto cualquiera M, trácese una circunferencia que pase por D, y que cortará á la CD en A; por este punto y el centro M tírese el diámetro AB, y por el punto B y el dado D tírese la BD, que es la perpendicular pedida. Esta misma construccion sirve para formar un ángulo recto ADB.

Cuestion 7. *Dada la recta AB tirarla una paralela por el punto D.* 35

Desde el punto D tírense las rectas DB, DA cualesquiera, y desde A, con una abertura de compás igual á DB, trácese el arco *xy*, y desde el punto D, con una abertura de compás igual á AB, trácese el arco *zu* que corte al primero en C, tírese la recta CD, que es la paralela pedida.

Cuestion 8. *Dado un ángulo ABC construir otro que le sea igual.* 36

Tírese una recta ED, y desde los puntos B y E, con una misma abertura de compás, trácense los arcos *mn* y *xy*, tómese despues una abertura de compás

igual á la distancia que hay de *m* á *n*, y haciendo centro en *y* trácese el pequeño arco *rs*, que cortará al *xy* en O, tírese la EO, y tendremos el ángulo OED igual al dado ABC.

9 Cuestion 9. *Dada una recta AC formar sobre ella un triángulo equilátero.*

Desde A, con una abertura de compas igual á AC, trácese el arco *pq*, y con la misma abertura desde C al arco *rs*, que cortará al primero en B, tirense las rectas AB, CB, y quedará construido el triángulo equilátero ACB.

37 Cuestion 10. *Dado un triángulo ABC construir otro igual á él.*

Tírese una recta *ac* igual á AC, y haciendo centro en *a*, con una abertura de compás igual á AB, trácese el arco *pq*, y desde el punto *c*, con una abertura igual á BC, tracese el arco *mn*, que cortará al *pq* en *b*, tírense las rectas *ba*, *bc*, y se tendrá el triángulo *abc* igual al triángulo dado ABC.

38 Cuestion 11. *Dividir una línea MN en cuantas partes iguales se quiera, por ejemplo en seis.*

Tírese una línea indefinida AB, y tómense sobre ella seis partes iguales, con cualquiera abertura de compás, borrando lo que sobre de la línea.

Hágase sobre AB un triángulo equilátero (125. 9.ª) ABD, tómense sobre los lados DA y DB dos partes iguales á MN, y tírese la *mn*, que será igual á MN. Tirando daspues líneas que vayan desde D á los puntos de la division de la AB, estas cortarán á la *mn* en seis partes iguales en los puntos *r*, *s*, *t*, *u*, *z*.

Cuestion 12. *Construir un cuadrado so-* 39
bre una recta dada BA.

En el estremo B levántese una perpendicular BC, que se alargará hasta que sea igual á BA, con una abertura de compás igual á esta recta desde los puntos A y C, trácense dos arcos, que se cortarán en D, tírense las AD y CD, y quedará concluido el cuadrado.

Cuestion 13. *Trazar en un círculo cual-* 40
quiera polígono regular.

Divídase el diámetro AB en tantas partes iguales (125. 11.ª) como lados tenga el polígono que se quiera trazar; en 8, por ejemplo, si es octógono, y haciendo centro en los puntos A y B, con una abertura de compás igual al diámetro AB, trácense dos arcos, que se cortarán en C. Por este punto y el punto 2 de la division del diámetro tírese la línea C2D, y la distancia AD cabrá 8 veces en la circunferencia en los puntos D, E, F, B &c.;

despues se tirarán las rectas correspondientes.

7 Cuestion 14. *Determinar el valor del ángulo BOA formado por los radios oblicuos OB y OA, y el del ángulo ABC formado por dos lados contiguos AB y BC del polígono.*

Para determinar el valor del ángulo BOA divídanse 360° por el número de lados que tiene el polígono, que aqui es 6, y el cociente 60 es el número de grados del ángulo BOA. El valor del ángulo ABC se hallará restando de 180° el valor del ángulo del centro AOB, que como hemos visto es 60°, y la resta 120 es el número de grados que tiene el ángulo ABC.

41 Cuestion 15. *Hallar el centro de un círculo ABCD.*

Tírense dos cuerdas AB, BC por tres puntos A, B, C cualesquiera tomados en la circunferencia. Divídanse las AB y BC en dos partes iguales con las perpendiculares FG, HI (125. 3.ª), y el punto O, donde se cortan, es el centro pedido.

20 Cuestion 16. *Conociendo el diámetro de un círculo determinar la circunferencia, y al contrario.*

Se sabe que si el diámetro de un círculo tiene 7 partes, la circunferencia tiene 22 proximamente; luego para determi-

nar cuántos pies tiene la circunferencia de un círculo cuyo diámetro tiene 42, diremos : $7:22::42:\frac{22\times42}{7}=132$ pies (85), que es la longitud de la circunferencia. Si al contrario dada la circunferencia de 264 pies se pide el diámetro, se dirá : $22:7::264:\frac{7\times264}{22}=84$ pies, longitud del diámetro.

Cuestion 17. *Dado el eje mayor AB de un óvalo trazar este.* 42

Divídase el eje dado AB en tres partes iguales en los puntos C y D, y desde estos puntos, con la abertura AC, trácense dos círculos, que se cortarán en los puntos E y F, y tírense las rectas EI, EL, FG y FH.

Haciendo centro en F, con la abertura FG, trácese el arco GH, y desde E, con la misma abertura, el arco IL, y quedará concluida la elipse ú óvalo AGHBLI.

Cuestiones sobre la medida de superficies.

126. Medir una superficie es ver las veces que en ella cabe un cuadrado que se toma por medida. Esta medida es arbitraria, pues puede ser una pulgada, un

pie, una vara, un estadal, una legua &c. cuadrados. Por pulgada, pie &c. cuadrados se entiende un cuadrado que tiene de lado una pulgada, un pie, &c.

10 Cuestion 1.ª *Hallar la superficie de un triángulo DFE.*

Tírese la altura FG, que se medirá, y supongamos que tiene 24 pies de largo: mídase tambien la base DE, y tenga por ejemplo 32 pies. Multiplíquense 24 por 16 mitad de 32, ó 12 mitad de 24, por 32, y el producto 384 es el número de pies cuadrados que contiene la superficie del triángulo; luego esta se halla multiplicando la altura por la mitad de la base, ó la base por la mitad de la altura.

13 *y sig.* Cuestion 2. *Medir la superficie de un paralelogramo cualquiera.*

Mídase la base MN, y supongamos tiene 40 pies, y la altura GH 16: multiplíquense 40 por 16, y el producto 640 es el número de pies cuadrados que tiene la superficie del paralelogramo. (*)

17 Cuestion 3. *Hallar la superficie de un trapecio ALNM.*

Mídanse las paralelas AL, MN, y su-

(*) Si fuese un cuadrado se hallará su superficie multiplicando el lado por sí mismo: asi si el lado tuviese 6 pies la superficie será $6 \times 6 = 36$ pies cuadrados.

pongamos que tiene AL 14 pies, y MN 30. Súmense 14 y 30, tómese la mitad de la suma 44, que es 22, y multiplicando estos 22 pies por los que tenga la altura GH, que supongamos son 20, el producto 440 es el número de pies cuadrados del trapecio. Luego la superficie de este se halla multiplicando la altura por la mitad de la suma de los dos lados paralelos.

Cuestion 4. *Hallar la superficie de un* 18
trapezoyde LNMP.

Tírese la diagonal LM, y quedará dividido el trapezoyde en dos triángulos LNM y LPM: tomando por bases cualesquiera de los lados, se tirarán las alturas, y se medirán sus superficies como hemos dicho (126. 1.ª). Supongamos que el triángulo LNM tiene 100 pies cuadrados, y el LPM 155, la superficie del trapezoide será de 255 pies cuadrados.

Cuestion 5. *Medir la superficie de un* 19
polígono irregular PMNQR.

Desde uno de sus ángulos P tírense las diagonales PN, PQ, quedará dividido en los triángulos PMN, PNQ, PQR, cuyas superficies se hallarán como se dijo (126. 1.ª) y sumando todas estas superficies se tendrá la del polígono total.

Cuestion 6. *Hallar la superficie de un* 7
polígono regular ABCDEF.

Tírense los radios oblícuos OB y OA (111), hállese la superficie del triángulo BOA (126. 1.ª), y multiplicada ésta por el número de lados que tiene el polígono, se tendrá la superficie total. Asi si el triángulo BOA tiene 250 pies cuadrados, la superficie total será de 250×6 (número de los lados del polígono) igual á 1500 pies cuadrados. Si no se conociese el centro, se podia hallar la superficie tirando diagonales desde un ángulo á los demas, y procediendo como en la anterior. (126. 5.ª)

20 Cuestion 7. *Determinar la superficie de un círculo BEFD cuyo diámetro DE se conoce.*

Sea el diámetro DE de 35 pies. Cuádrese 35 (65), y el cuadrado 1225 multiplíquese por 11, el producto 13475 se dividirá por 14, y el cociente $962\frac{7}{14}$ es la superficie del círculo pedido.

Si fuese un semicírculo DBEO se hallará la superficie del círculo entero como acabamos de decir, y luego se tomará la mitad.

Si la superficie pedida fuese de un sector DOF se medirá la longitud del arco DF, que supongamos tiene 30 pies, y el radio DO 18, multiplíquese 15 mitad del arco por 18, y el producto 270 es el

número de pies cuadrados que contiene el sector DOF.

Pero si se pidiese la superficie de un segmento x se hallará la del sector ABCO como acabamos de decir, y la del triángulo AOC (126. 1.ª), y restando la superficie de este de la del sector, la diferencia será la superficie del segmento x.

Cuestion 8. *Hallar la superficie de una* 8
elipse ABCD cuyo eje mayor AC tiene 21 pies, y el menor BD 10.

Hállese la superficie de un círculo cuyo diámetro sea el eje mayor ó 21 pies (126. 7.ª), y resultarán $346\frac{1}{2}$ pies cuadrados. Despues diremos: 21 pies que tiene el eje mayor, es a 10 que tiene el eje menor :: $346\frac{1}{2} : \frac{346\frac{1}{2} \times 10}{21} = 165$, que es la superficie del óvalo.

Cuestion 9. *Hallar la superficie de una* 43
figura irregular ABCDEFGA.

Divídase la curva BC en partes pequeñas Bm, mn &c., tírense las rectas Am, An, mídase la superficie de cada uno de estos pequeños triángulos BAm, mAn &c., y sumando las superficies de estos cinco triángulos tendremos la superficie del trozo ACB. Hágase la misma operacion con el arco AG, y se tendrá la superficie de la porcion AGF. Hallando despues la del

polígono irregular ACDEFA (126. 5.ª), y sumando las tres superficies halladas, tendremos la de la figura total ABCDEFGA.

44 Cuestion 10. *Hallar la superficie de una corona anular ABCD.*

Mídanse los diámetros AC y *ac* de los círculos, y hállese la superficie de cada uno de ellos (126. 7.ª), y restando la del circulo menor de la del mayor la resta será la superficie de la corona ABCD.

19 Cuestion 11. *Dada una figura cualquiera MNQRP reducirla á un cuadrado que tenga igual superficie que ella.*

Mídase la figura propuesta, y supongamos que tiene 6400 varas cuadradas. Estráigase la raiz cuadrada (69) de este número, que es 80, y formando un cuadrado (125. 12.ª) que tenga 80 varas de lado, este tendrá igual superficie que el polígono MNQRP.

45 Cuestion 12. *Hallar un cuadrado que tenga tanta superficie como otros dos cuadrados juntos.*

Fórmese un ángulo recto DFE (125. 6.ª) sobre el lado FD, tómese una parte FD igual al lado de uno de los cuadrados propuestos, y sobre el otro lado FE la parte FE igual al lado del otro cuadrado dado, tírese la hipotenusa DE, y el cuadrado que se forme sobre ella tendrá tan-

ta superficie como los dos cuadrados que se dieron juntos.

Si las figuras dadas no son cuadrados se reducirán á estos, y luego se procederá como acabamos de decir.

Cuestiones relativas á la medida de los cuerpos.

127. Medir un cuerpo cualquiera es hallar el número de pulgadas, pies &c. cúbicos que contiene. Pulgada, pie &c. cúbicos se llaman unos cubos (117) cuyos lados son todos cuadrados, que tienen de largo una pulgada, pie &c.

Antes de pasar á determinar la solidez de los cuerpos convendrá manifestar el modo de hallar las superficies de que estan terminados.

Cuestion 1.ª *Hallar la superficie de un* 22
prisma ó pirámide cualquiera.

Hállese la superficie de cada una de las caras y de las bases que contiene el prisma ó pirámide, y sumando estas superficies se tendrá la total.

Cuestion 2. *Medir la superficie de un* 24
cilindro.

Multiplíquese la circunferencia de una de las bases por el lado del cilindro, y se tendrá la superficie lateral, á la que se

añadirán las de los círculos ó bases para tener la superficie total.

26 Cuestion 3. *Hallar la superficie de un cono M.*

Multiplíquese la circunferencia de la base por la mitad del lado CD, y el producto es la superficie curva á que se agregará la de la base.

29 Cuestion 4. *Determinar la superficie curva de una esfera ADNM cuyo diámetro se conoce.*

Sea el diámetro de 14 pies. Hállese la superficie correspondiente á un círculo de 14 pies, que es 154, y multiplicándola por 4 el producto 616 es la superficie curva de la esfera propuesta.

La superficie curva de un segmento de esfera y de una zona se hallará multiplicando el círculo máximo de la esfera por la altura que tenga el segmento ó zona, y el producto será la superficie curva pedida. Si se quisiese la superficie total se añadirá la superficie del círculo que le sirve de base si es segmento, y de los dos círculos superior é inferior si es zona.

22 Cuestion 5. *Hallar la solidez de un prisma RS ó cilindro cualquiera, sean rectos ú oblicuos.*

Mídase la superficie de su base (126), que supongamos contiene 42 pies cuadra-

dos. Mídase la altura FG del prisma, y tenga 20 pies de altura: multiplicando 42 por 20, el producto 840 es el número de pies cúbicos que contiene el prisma.

Si fuese un cilindro AB se hallará su 24
solidez multiplicando igualmente la superficie de la base por su altura.

Cuestion 6. *Determinar la solidez de una* 25
pirámide ó cono cualquiera. y

Hállese la superficie de la base A, y 26
sea de 92 pies cuadrados, y supongamos que medida la altura SA de la pirámide contiene 24 pies de largo: multiplíquese 92 por 8, tercera parte de 24, y el producto 736 es el número de pies cúbicos que contiene la pirámide: lo mismo se practica con el cono.

Cuestion 7. *Medir la solidez de una pi-* 27
rámide ADFC á quien le falta la parte superior DEFS.

Imagínese la pirámide entera ASC, y hállese su solidez (127. 6.ª): hállese despues la solidez de la pirámide pequeña DEFS añadida, y restándola de la solidez de la total quedará la del tronco de pirámide ADFC, y lo mismo se hará si es cono. Para imaginar la pirámide entera es necesario conocer la altura total, y por consiguiente el cúspide S, lo que se conseguirá aplicando dos reglas, una á la

arista AD, y otra á la CF, y el punto S en que concurren, manteniéndose bien aplicadas las reglas á las líneas AD, FC es el vértice, desde el que se bajará la perpendicular SH, á la que se agregará la altura HI para tener la total SI.

29 Cuestion 8. *Hallar la solidez de una esfera ADNM conocido su diámetro.*

Sea el diámetro dado de 8 pies, cúbese el 8, y resultará 512, que se multiplicarán por 11, y dividiendo el producto 5632 por 21, el cociente $268\frac{4}{21}$ es el número de pies cúbicos que contiene la esfera.

Si fuese la solidez de un hemisferio la que se pidiese se hallará la solidez de toda la esfera, y se tomará la mitad.

Cuestion 9. *Hallar la solidez de un sector MPNO de un segmento MPN, y de una zona FADG.*

Multiplíquese la tercera parte del radio de la esfera por la superficie curva del segmento MPN, que se hallará segun lo dicho (127. 4.ª), y el producto es la solidez del sector. Restando de ella la solidez del cono MNO (127. 6.ª), la resta será la solidez del segmento MPN. La solidez de una zona AFGD se hallará determinando las de los segmentos FABDG y ABD, y la diferencia de sus solideces es la solidez de la zona AFGD.

Cuestion 10. *Medir la solidez de un esferoyde prolongado ó aplanado.* 30

Hállese la superficie del eje menor (126. 7.ª), multiplíquese esta superficie por los dos tercios del ege mayor, y el producto es la solidez del esferoyde prolongado.

La solidez del aplanado se hallará multiplicando la superficie del círculo correspondiente al ege mayor por los dos tercios del ege menor.

CAPÍTULO VI.

De la agrimensura y de las medidas mas comunes de que se hace uso en la medicion de terrenos.

128. *Agrimensura* es el arte que da reglas para la medida y particion de las tierras.

Medir un terreno es averiguar la estension superficial que contiene.

129. Para medir los terrenos se hace uso de varias unidades ó medidas, las que ofrecen en nuestra península una variedad tan notable y una discordancia tan estraña, que casi no hay partido que no tenga su medida particular, y algunos de estos tienen una medida para cada objeto, pues con una miden las vegas, con otra

las dehesas, con otra los terrenos de secano &c., lo que unido á la corta instruccion de muchos agrimensores, da márgen á mil errores, pues el agrimensor lleva su medida particular, que tiene que reducir á la del pueblo en que mide, y muchos, ó no saben hacer estas reduciones, ó no quieren hacerlas, de donde resulta que siendo una misma la heredad del propietario, ve este con sorpresa que haciéndola medir por varios agrimensores, resultan de sus medidas unas diferencias escandalosas; asi es que podemos decir que la mayor parte de los propietarios no sabe la cantidad de sus posesiones. Bien penetrado el gobierno de estos males, mandó en real órden de 26 de Enero de 1801 que todas las medidas se hiciesen con la fanega de marco real, cuya sabia providencia, no habiendo tenido su completo efecto, deja sentir aun los perjuicios y males que con su cumplimiento se evitarian.

130. Por *vara cuadrada* entendemos un cuadrado (109) que tiene por cada uno de sus cuatro lados una vara de largo, y lo mismo se entenderá de un pie, una cuarta &c. cuadrados.

131. La *fanega de marco real* contiene un espacio de 9216 varas cuadradas,

es decir, un cuadrado que tiene de lado 96 varas.

Estadal de marco real es un espacio de 16 varas cuadradas, es decir, un cuadrado de 4 varas de lado.

Luego la fanega de marco real comprenderá 576 estadales cuadrados, ó 24 de lado.

La dicha fanega se divide en 12 celemines; luego cada celemin tendrá 48 estadales cuadrados.

El celemin se divide en 4 cuartillos, á cada uno de los cuales corresponden 12 estadales cuadrados.

132. Los términos de los pueblos se cuentan por *leguas cuadradas*, que deben tener 6666⅔ varas de largo, ó 44444444 varas cuadradas: por consiguiente en cada legua legal caben 4822 fanegas, 305 estadales de marco real, y 12 varas cuadradas.

133. 1.° En lugar de estas medidas hay introducidas otras muchas, y seria muy largo el querer hablar de todas, por lo que solo apuntaremos algunas.

2.° En muchos pueblos dan al estadal 9 pies, en otros 9½, 10, 10½ &c. hasta 15 y mas pies de lado: y la fanega tiene ya 300, 350, 400 &c. de estos estadales. Asi en toda escritura debe constar no solo el número de fanegas que tiene la pose-

sion, sino de cuántos estadales es la fanega, y cuántos pies tenia el estadal. Sin estos datos de poco sirve el saber que la tierra tiene 8 fanegas sino se sabe el tamaño de estas.

3.° Para la medida de sembrados para forrage se suele hacer uso de *sogas*, las que en unas partes tienen 8, en otras 10 varas de largo. Las de 8 varas dan un cuadrado de 64 varas cuadradas, y caben en cada fanega de marco 144 sogas cuadradas. Las de á 10 varas dan un cuadrado de 100 varas cuadradas, y entran en la misma fanega $92\frac{4}{25}$ sogas cuadradas.

4.° En la medida de dehesas se suele hacer la cuenta por el número de cabezas que pueden pastar en ellas. En las dehesas de vega, limpias y de buena calidad, se suelen contar 3 ovejas por fanega, ó 192 estadales por cabeza. En las de mediana calidad $2\frac{1}{2}$ ovejas por fanega, ó $230\frac{1}{5}$ estadales á cada una, y en las de inferior calidad 2 ovejas y aun menos por fanega, ó 288 y mas estadales por cabeza.

5.° Muchas dehesas se cuentan por *millares*. Llámase *millar* el espacio necesario para que pasten mil ovejas. Estos millares aun en una misma dehesa son desiguales, segun la buena ó mala calidad del terreno y los pastos.

Se regula el pasto de una vaca desde 4 á 8 ovejas, y el de una yegua de 8 á 12.

6.° Pero la peor y mas incierta de todas las medidas usadas en España es la llamada *fanega de puño en sembradura*, pues dependiendo de la calidad de la tierra y de la destreza é ilustracion (*) del sembrador el gastarse mas ó menos grano, puede suceder que la tierra en que este año se sembró una fanega de grano, quede el año siguiente sembrada con 9 celemines, y resultará que siendo una misma la posesion, un año se contará como que tiene una fanega, y otro como que solo tiene 9 celemines. Lo que podrá ocasionar innumerables errores, como es fácil de conocer.

134. Otras muchas medidas se usan, cuya enumeracion es inútil, y no estando en mi mano el corregir este abuso, autori-

(*) Sin duda se estrañará esta espresion, pero el que desee conocer las razones que me mueven á usarla debe consultar ó la memoria de Don Antonio Cordero, individuo de la sociedad económica matritense, compuesta en virtud de las esperiencias practicadas en 1771 para hacer ver el mucho desperdicio que hay de grano sembrando segun el sistema comun de nuestros labradores, ó las lecciones de agricultura del profesor Don Antonio Sandalio Arias en la leccion III del tomo 2.°, en que habla de este punto con la maestría y patriotismo que le distinguen. Estoy seguro que el labrador que consulte dichas obras me agradecerá esta advertencia.

zado por la costumbre, darémos á lo menos reglas para que un labrador ó agrimensor reduzca á la medida que él use las que puedan estar admitidas en los pueblos donde tenga que medir.

Cuestiones relativas á la reduccion de medidas.

135. Cuestion 1.ª *25 fanegas de marco real ¿cuántas varas cuadradas componen?*

Multiplíquense 25 por 9216 varas cuadradas que tiene una fanega, y el producto 230400 son las varas cuadradas que contienen las 25 fanegas.

Cuestion 2. *55486 varas cuadradas ¿cuántas fanegas de marco real componen?*

Divídanse 55486 varas por las 9216 que tiene la fanega, y el cociente será 6 fanegas, y sobran 190 varas cuadradas.

Cuestion 3. *30 fanegas, 8 celemines y 2 cuartillos ¿cuántas varas y estadales componen?*

Redúzcanse las fanegas á celemines multiplicando 30 por 12 celemines que tiene una fanega, y serán 360, y añadiendo los 8 son 368 celemines: redúzcanse estos á cuartillos multiplicando por 4, y serán 1472 cuartillos, que juntos con los 2 componen 1474, los que multiplicados

por 12 estadales que tiene el cuartillo (131) dan 17688 estadales cuadrados que valen las 30 fanegas, 8 celemines y 2 cuartillos.

Si el 1474 se multiplica por 192 varas que tiene un cuartillo, el producto 283008 son las varas cuadradas que contienen las 30 fanegas, 8 celemines y 2 cuartillos.

Cuestion 4. 186312 *estadales cuadrados ¿cuántas fanegas de marco real componen?*

Dividiendo 186312 por 576 estadales de una fanega (131), resultarán 323 fanegas, y sobran 264 estadales, que divididos por 48 que tiene un celemin (131) resultan 5 celemines, y sobran 24, que divididos por 12 estadales que tiene un cuartillo son 2 cuartillos; luego los 186312 estadales valen 323 fanegas, 5 celemines y 2 cuartillos.

Cuestion 5. 3564 *sogas de á 8 varas de lado ó 64 cuadradas ¿cuántas fanegas componen?*

Divídanse las 3564 por 144 sogas que tiene una fanega (133. 3.°), y el cociente 24 son las fanegas pedidas, y sobran 108 sogas, las que partidas por 12 celemines de una fanega dan 9 celemines justos. Con que las 3564 sogas componen 24 fanegas y 9 celemines.

Si las sogas fuesen de á 10 varas de lado ó 100 cuadradas, se partiria por $92\frac{4}{28}$ sogas que entran en una fanega.

Cuestion 6. *54 fanegas y 6 celemines ¿ cuántas sogas de 64 varas cuadradas componen ?*

Reduzcanse las 54 fanegas y 6 celemines á varas cuadradas (135. 3.ª), y resultarán 502272 varas cuadradas, que partidas por 64 que tiene la soga (133. 3.º) salen 7848 sogas.

Si las sogas fuesen de 100 varas cuadradas se dividirán por 100 en lugar de hacerlo por 64.

Cuestion 7. *Reducir un número de pies lineales, por ejemplo 15600, á estadales de marco real.*

Como cada uno de estos tiene 12 pies de lado, se dividirán los 15600 pies por 12, y el cociente 1300 son los estadales pedidos.

Si fuese un pueblo en que el estadal en uso tuviese por ejemplo $10\frac{1}{2}$ pies, se dividirán los 15600 pies por $10\frac{1}{2}$, y resultarian $1485\frac{15}{21}$ estadales de a $10\frac{1}{2}$. (*)

(*) El lector debe generalizar estas cuestiones, y estar persuadido de que en lugar de estas cantidades puede sustituir otras cualesquiera, cuidando mucho de que cuando tenga que resolver alguna cuestion busque el ejemplo semejante á aquel de

Cuestion 8. *Un agrimensor tiene la cuerda con que mide dividida en estadales de á $10\frac{1}{2}$ pies de lado: pasa á medir á un pueblo en el que los estadales son de á 10 pies. Mide con su cuerda, y halla 5360 estadales cuadrados de á $10\frac{1}{2}$ pies de lado: ¿cuántos de á 10 pies componen?*

Cuádrense los números 10 y $10\frac{1}{2}$ (66). Es claro que si la heredad medida contenia 5360 estadales de á $10\frac{1}{2}$ pies, contendrá mas de á 10 pies: luego se dirá (87) 100 cuadrado de 10 : $\frac{441}{4}$ cuadrado de $10\frac{1}{2}$ :: 5360 : á lo que resulte, que se hallará multiplicando $\frac{441}{4}$ por 5360, y partiendo el producto por 100 (85), y dará $5909\frac{16}{40}$ estadales de á 10 pies que contienen los 5360 de á $10\frac{1}{2}$.

Cuestion 9. *6200 estadales cuadrados de á 10 pies ¿cuántos de marco real ó de á 12 pies hacen?*

Cuádrense 10 y 12, y como los 6200 estadales de á 10 pies han de componer menos de á 12, diremos 144 cuadrado de 12 : 100 cuadrado de 10 :: 6200 estadales : $\frac{100 \times 6200}{144} = 4305\frac{80}{144}$ estadales de marco.

que se trate para que le sirva de guia, y no otro que no tenga nada que ver con el que trata de resolver.

Cuestion 10. *Un agrimensor quiere saber 9600 estadales cuadrados ¿cuántas fanegas de 400 estadales de marco real ó de á 12 pies componen?*

Cuadrando $10\frac{1}{2}$ y 12 diremos como en la anterior $144 : \frac{441}{4} :: 9600$: á lo que resulte, que hechas las operaciones correspondientes es 7350 estadales de marco real; y como cada fanega contiene, segun la cuestion, 400 de estos, dividiremos 7350 por 400, y el cociente 18 son las fanegas que contienen los 9600 estadales de á $10\frac{1}{2}$ pies, ó los 7350 de á 12, y sobran 15 estadales de marco.

136. Puesto en estado el agrimensor por medio de las anteriores cuestiones de reducir, sea la que quiera, la medida que use á la que esté en práctica en el pueblo en que haga sus medidas, pasemos á manifestar los instrumentos con que se hacen estas.

De los instrumentos necesarios para la medicion de los terrenos.

137 Estos instrumentos son la *cuerda* ó *cadena*, *las estacas* o *agujas*, *los jalones*, *el cartabon* o *escuadra de agrimensor.*

46 138. La *cadena* está formada de alambre grueso de hierro, y cada eslabon suele

tener un pié de largo: de 10 en 10 pies suele llevar una medallita de laton, ú otra señal, para poder contar con facilidad el número de pies que tiene la distancia que se mide con ella.

Deben preferirse aquellas cadenas que entre eslabon y eslabon tienen una sortijilla ó anillo circular, porque son menos propensas á enredarse que las que tienen los eslabones solos.

139. La *cuerda* puede ser de cáñamo ó esparto anudada de 10 en 10 pies para poder contar con facilidad y de una longitud de 50 ó mas varas. Sirve lo mismo que la cadena; pero tiene el defecto de que con la humedad se contrae ó acorta, y con la sequedad se alarga, y no será mucho que si durante la medida con ella llueve, ó se pasa por un terreno húmedo, acorte en cada 50 varas 4 ó 5 pies, y á veces mas, segun la clase de torcido y el grado de humedad que haya tomado. (*)

140. Otros usan de un *compás* grande, el que abren ó cierran segun las medidas que corren en el pueblo en que hacen uso

(*) Estos defectos pueden corregirse en algun modo preparando la cuerda, lo que se hace metiéndola en aceite hirviendo un rato hasta que se impregne bien, y encerandola despues con cera comun.

de él, y le van pasando á lo largo de la distancia que quieren medir; pero tiene el inconveniente de ser fácil equivocarse en la cuenta de las veces que se pasa, y que sus puntas unas veces caen en honduras, otras en algunas prominencias, otras sobre una piedra, y resvalándose alargan ó acortan la distancia, ó se abre ó cierra, todo lo cual da poca exactitud á sus medidas.

141. Tambien se suelen usar unos *listones* de madera de 10 ó 12 pies de largo, los que se van poniendo uno al estremo del otro bien en línea recta, y esta medida es bastante exacta.

47 142. Las *estacas* se hacen de $1\frac{1}{2}$ á 2 pies de largo, de madera fuerte, guarnecidas con cabezas y puntas de hierro, aunque esto no es indispensable (*). Algunos usan de unas barillas de hierro en lugar de estacas, y las llaman agujas.

Sirven las estacas ó agujas para clavarlas en el suelo en el punto en que acabó una cadena, y que empezó otra. En algunos casos en que el terreno es duro no se clavan, sino que se hace una raya donde acabó la cadena, dejando al lado la estaca ó aguja para la cuenta.

(*) Cuando no estan las puntas guarnecidas de hierro se tuestan al fuego para que se endurezcan.

143. Los *jalones* ó *piquetes* son unos 48
listones de madera bien derechos de 1½ á 2 pulgadas en cuadro de grueso, y de 4 ó mas pies de largo, con punta y cabeza guarnecida de hierro, aunque no siempre. Sirven para colocarlos de trecho en trecho en las distancias que hay que medir, para que marquen la direccion del medidor, para que este vaya derechamente de un punto á otro, pues todo lo que tuerza á derecha ó izquierda hará defectuosa la medida.

144. El *cartabon ó escuadra de agrimensor* es un círculo ABCD, comunmente 49
de madera dura y poco viciosa, de unas 6 á 10 pulgadas de diámetro, y el correspondiente grueso para que no se tuerza. Atraviesan su superficie superior dos diámetros que se encuentran perpendicularmente en el centro del instrumento, y profundizados con una sierra fina, de modo que las visuales dirigidas por las dos hendiduras AC y BD son exactamente perpendiculares una á otra.

145. Algunos usan cartabones de bronce, en cuyo caso en lugar de los cortes de sierra se usan cuatro *pinulas* M, N, P, Q, bien aseguradas, colocadas muy perpendicularmente á la superficie del círculo de bronce, y horadadas con unos cortes de sie-

rra ó hendiduras dispuestas de modo que vienen á coindicir exactamente con los estremos de los dos diámetros perpendiculares MP y NQ, de modo que mirando por las hendiduras N y Q resulta una visual NQ exactamente perpendicular á otra visual MP que pase por las otras pinulas M y P.

146. Sea el cartabon de madera ó metal lleva en su plano inferior una entrada ó agujero, por medio del cual se le ajusta cuando se va á usar un *baston ó chuzo* E de punta herrada para poderla clavar en el terreno. En lugar de baston usan algunos de un armazon R de tres pies, que se abre ó cierra por medio de unos tornillos, y que es mas seguro que el chuzo. De cualquiera de estos que se use el cartabon debe quedar á la altura del pecho del que le ha de usar, y con libertad para poder dar vueltas sobre el baston ó pie, para lo que el agujero en que entra este debe ser holgado y armado de un tornillo X para sujetar y fijar el cartabon cuando convenga.

147. Fácil cosa es á un labrador el hacerse un cartabon bueno de madera: para esto escogerá una tabla de 8 pulgadas en cuadro de evano, granadillo, peral, ó nogal, bien seca, sin nudos, y de una

pulgada de grueso. Despues de alisada ó acepillada por sus caras, trazará en la superior un círculo lo mayor posible y con toda escrupulosidad; tirará un diámetro en la direccion que mas le agrade, y levantará una perpendicular á este diámetro en el punto del centro (125. 5.ª). Para comprobar si este segundo diámetro es exactamente perpendicular al que tiró antes, en lo que consiste la bondad del instrumento, medirá con un compás las 4 partes de circunferencia en que quedó esta dividida, y estará bien siempre que halle que son exactamente iguales sin ninguna diferencia, pues si no hace caso de alguna desigualdad por pequeña, debe advertir que el grueso de un cabello en que discrepen estas partes dará luego errores de muchas varas en el terreno. Con una sierra fina, derecha y bien armada, hará un corte de media pulgada de profundo en cada diámetro, cuidando de que el corte de la sierra no se desvie del diámetro ni tuerza. Por último, pegará en la cara inferior del cartabon un tarugo con un agujero en que entre el baston, todo ello puesto á escuadra y bien en el centro. Si el cartabon se quiere redondo se cortará todo lo que sobre fuera del círculo; pero como los diámetros esten

bien perpendiculares poco importa que sea cuadrado ó circular.

148. Para probar la bondad de un cartabon, ya se haya hecho, ya se trate de comprar, se llevará á un terreno llano, y se colocará en su baston, clavándolo en el suelo bien á plomo, y mirando por la aserradura BD se hará fijar exactamente en esta direccion y á mucha distancia un jalon F, y mirando por el otro corte AC se pondrá otro piquete G, tambien lo mas distante posible: dése media vuelta al cartabon sobre su baston sin mover este hasta que por la aserradura AC se vea el jalon F, y si mirando por la otra se ve el piquete G está bien hecho el cartabon, sino no vale nada.

Aplicacion de estos instrumentos á la medida de los terrenos.

149. Cuestion 1.ª *Trazar una línea recta en el terreno conocida una parte AB.*

Pongase en A un piquete ó jalon lo mas perpendicular que se pueda al terreno, y en el estremo B otro con las mismas circunstancias. Dénse despues otros dos ó tres jalones al ayudante ó peon que debe llevar el agrimensor, y mándesele clavar uno á distancia de 40 ó 50 pasos de B, de

tal modo que aplicando el agrimensor el ojo á la derecha y á la izquierda del jalon A (*), no vea sobresalir el piquete C ni por la derecha ni por la izquierda de B. Siga adelante el peon, y á otros 40 ó 50 pasos coloque otro jalon D con las mismas precauciones, y asi se continuará la línea cuanto acomode.

Cuestion 2. *Medir una distancia AE.* 52

Si los estremos de esta no estan determinados por algunos objetos, como árbol, piedra ú otro cuerpo pequeño (**), se colocarán jalones en ellos, y será muy conveniente, si la distancia es larga, poner algunos otros jalones intermedios. Despues, tomando el peon la cadena ó cuerda de un estremo, y el agrimensor de otro, irá an-

(*) Hay quien mira por detras del jalon, y co- 51
mo las visuales *Ab* y *Ad* que pasan por los lados van separándose, hacen que aunque el jalon se coloque mas á la derecha ó á la izquierda del punto C, donde debe estar, por ejemplo en N, les parece que está bien, lo que no sucederia mirando por el lado B y luego por D.

(**) Algunos toman por estremo de una base una casa, un cerro, un puente, de donde resulta que no teniendo un objeto pequeño y determinado á quien dirigirse, va la base haciendo una Z á cada cadena o cuerda que se pone. Cuando sea preciso usar de un objeto grande téngase á lo menos cuidado de ir dirigido siempre á un mismo punto, por ejemplo á una determinada puerta, ventana, chimenea &c. si es edificio.

dando el primero dirigiéndose lo mas derecho que pueda al jalon E, pues todó lo que tuerza á un lado ó á otro es en perjuicio de la exactitud de la medida. El agrimensor se mantendrá firme en A hasta que el peon haya andado todo lo que dé de sí la cuerda, y poniendo esta lo mas tirante que se pueda, evitando que quede enredada en algun matorral ó piedra, clavará el peon una estaca de las que debe llevar en el punto á que llegó el estremo de la cuerda. Seguirá luego andando dirigiéndose hácia E, y tirando de la cuerda hasta que el agrimensor que lleva el otro estremo llegue al punto en que clavó la estaca, y entonces, tendiendo la cuerda con las mismas precauciones, clavará el peon otra estaca en el punto á que llegue el estremo de la cuerda, repitiendo la operacion todas las veces que sea necesario hasta clavar la última estaca en el punto E ó cerca de él. Contando despues las estacas clavadas, que sean por ejemplo 8, y multiplicando este número por el de pies, varas ó estadales de la cuerda ó cadena, que sean por ejemplo 50 pies, se tendrán 400 pies, á los que se agregará el espacio que faltase á la última cuerda para llegar al punto E, cuyo trecho se medirá con la misma cuerda viendo cuántos pies

incluye la parte de cuerda que quepa en dicho espacio.

Cuando al llevar la cuerda ó cadena haya que salvar una hondonada ó arroyo, se pondrá la cuerda lo mas tirante posible, y si se pandea mucho se sostendrá con algunos jalones ú horquillas, pues todo lo que pandee acortará la medida.

Cuestion 3. *Dada una recta AB en el* 53
terreno levantarla una perpendicular en el punto D.

Colóquese el cartabon en este punto D de modo que la visual dirigida por la hendidura *ab* coincida con la línea dada AB, y dirigiendo por la otra hendidura *df* otra visual *d*F se hará poner un jalon en cualquier punto F de ella, y la línea F*d* es la perpendicular pedida.

Cuestion 4. *Dado un punto F fuera de* 53
una recta AB bajar á ella una perpendicular en el terreno.

Puesto el cartabon de modo que la visual dirijida por la hendidura *ab* se ajuste con la línea dada, váyase corriendo el cartabon en esta situacion á lo largo de la AB hasta que la visual dirigida por *dc* corresponda al punto F, y esta visual es la perpendicular pedida; aunque esta cuestion no pasa de ser un tantéo, con poca

práctica que se tenga se hará con mucha facilidad.

54 Cuestion 5. *Tirar una paralela á una línea AB dada en el terreno.*

Sea el punto C por el que se quiere tirar la paralela pedida: bájese desde C una perpendicular á la AB (cuestion anterior), y trasládese el cartabon á C de modo que una de las hendiduras convenga con CA, y la visual CD dirigida por la otra hendidura es la paralela pedida.

Cuestion 6. *Medir un terreno que no tenga mucha estension.*

Vease antes su configuracion recorriendo toda la heredad, y clavando piquetes en todos aquellos puntos en que las lindes muden de direccion. La figura que resulte será indispensablemente un triángulo, paralelogramo, trapecio, trapezoide ó polígono (106-109); por consiguiente para su medida haremos lo dicho en las cuestiones (126). Midiendo las bases con la cadena con la posible escrupulosidad, y levantando con el cartabon las perpendiculares ó alturas que sean precisas, y que se medirán del mismo modo. Si el terreno por medir fuese solar de una casa, huerta, jardin &c., como en estos parages aun una pequeña parte tiene mucho valor, se usará en lugar de cuerda ó cadena de es-

tadales de madera de 2 ó 3 varas de largo divididos en pies, pulgadas y cuartos de pulgada, en cuyo caso son precisos dos peones. Pone el 1.° su estadal donde debe empezar la medida, y despues que el agrimensor ve si está bien dirigido al otro estremo, pone el 2.° peon su estadal encabezando con el ya puesto y con las mismas precauciones. Pasa el primero su estadal delante del segundo, y asi van adelantando la medida, apuntando el agrimensor el número de veces que se ponga el estadal.

Cuestion 7. *Medir un terreno de bas-* 55
tante estension, como una dehesa &c.

Sea la figura ACDEFG &c. la heredad que se ha de medir. El agrimensor la recorrera antes una ó dos veces, enterándose por menor de los amojonamientos ó cotos, de las entradas y salidas de las lindes (*), colocando en cada una de ellas un jalon, si no hay algun objeto que le distinga, como árbol, piedra ó matorral grande. Despues trazará en el terreno que halle mas á propósito una línea AB, la que marcará con dos piquetes ó jalones,

(*) Como las lindes rara vez estan en línea recta, debe cuidar mucho el agrimensor de poner jalones en toda entrada ó salida de consideracion, pues cuantos mas de estos puntos determine, tanto mas exacta le resultará la medida.

y si estos no se viesen bien por la distantancia se colocará en ellos un sombrero, papel ú otro objeto que los haga mas perceptibles.

Hecho esto se tomará el cartabon, y se bajará á la AB una perpendicular (4.ª) desde C, y se medirán las líneas AO y OC apuntando su valor en el borrador. Desde N se bajará otra perpendicular NP, la que se medirá, como tambien la OP. Hágase lo mismo desde D midiendo las distancias PQ y QD. Y asi se continuará bajando por uno y otro lado perpendiculares desde cada punto notable de la linde á la línea AB, y supongamos que de todas estas medidas resultaren los valores de la adjunta tabla, que son estadales.

Ptes. de AB.		Perpendiculares.	
AO...	80	O C....	200
O P...	40	P N....	320
PQ...	100	Q D....	150
QR...	110	R M....	320
R S...	40	S E....	500
S T...	100	T L....	200
TV...	200	V F....	270
VX...	60	X I....	200
XY...	100	G Y....	400
Y B...	200	H Y....	120
		U Z....	50

El espacio AOC se puede considerar como un triángulo cuya base AO vale 80 estadales y la altura OC 200, con que

multiplicando 40, mitad de AO, por 200 (126. 1.ª) resultarán 8000 estadales cuadrados, que es la superficie de AOC. La porcion APN es otro triángulo cuya base es AO + OP, esto es, 80 + 40, que son 120 estadales, y la altura PN 320; luego multiplicando 60, mitad de 120, por 320 resultan 19200 estadales cuadrados. El espacio OQDC es un trapecio cuyas bases paralelas son OC de 200 estadales y QD de 150, y la altura OQ es OP + PQ, que valen 140 estadales; luego (126. 3.ª) sumando 200 y 150 serán 350, cuya mitad 175 multiplicada por 140 resultan 24500 estadales cuadrados, que es la superficie del trapecio OCQD. La porcion PRMN es un rectángulo; luego multiplicando PN, que vale 320, por PR, que

Parte superior.

AOC.......	8000
COQD....	24500
DQSE....	48750
ESVF.....	115500
FVGY...	53600
HYB......	12000
HZG......	7000
Suma.	269350

Parte inferior.

APN......	19200
PRMN..	67200
MRTL..	36400
TLIX....	52000
XYB......	30000
Suma.	204800

Total.	269350
	204800
	474150

vale PQ + QR, esto es, 100 + 110, ó ó 210 estadales, resultan 67200 estadales superficiales. Asi se continuará hasta la porcion BYGH, la que por su irregularidad habrá que medir de dos veces, considerándola como dos triángulos BYH y HGZ, cuya altura UZ habrá que hallar, y sea de 50 estadales, y hallaremos los valores puestos en la adjunta tabla. Sumando todas estas medidas parciales resultan 474150 estadales cuadrados.

En las medidas que se hacen para ventas y arrendamientos se incluye en ellas la mitad del ancho de las lindes, pero cuando es para siega no se cuenta mas que lo meramente sembrado.

56 Cuestion 8. *Hallar por medio del cartabon la superficie de un terreno irregular ABCDE de poca estension en el que no puede entrar el agrimensor, como es una posesion cercada, caserío, laguna, campo crecido, monte &c.*

Elíjase un lado cualquiera AB, el que se prolongará con piquetes por uno y otro lado. Bájense desde los puntos mas salientes E y C las perpendiculares CF y EG, y mídase la GF. Prolónguese la FC hasta que se pueda bajar á esta una perpendicular DH desde el punto mas saliente D, y mídase la FH. Prolónguese

las GE y HD hasta que se encuentren en Y, y que concluirán el rectángulo FHYG, cuya superficie se hallará multiplicando el número de estadales que tuvo GF, que seran 200, por los que tuvo FH, que serán 700, y resultará 140000 estadales cuadrados. Para tener la superficie pedida de la figura ABCDE se irán midiendo los espacios Z, S, T, U, observando su configuracion: Z se puede mirar como un trapecio cuyas bases son AZ y GE, y su altura AG: S como un triángulo cuya base es EY y su altura YD: T como otro triángulo que tiene por base QH y por altura HD; y en fin, U como un rectángulo. Midiéndolos segun lo dicho (126), y suponiendo que Z valga 18000 estadales cuadrados, S 4000, T 20600 y U 15300, sumadas estas cantidades dan 57900 estadales, que restados de los 140000 que tenia FHYG restan 82100 estadales cuadrados, que es la superficie de ABCDE.

Cuestion 9. *Hallar con el auxilio del cartabon la superficie de un terreno irregular de mucha estension, y en el que no se puede entrar ó no se pueden hacer medidas en su interior por estar pantanoso, poblado de bosque, desigual, ó ser una poblacion.*

Para resolver esta cuestion es preciso acudir á la cuestion 4.ª del capítulo si-

guiente, en que se van á dar reglas para su resolucion.

CAPÍTULO VII.

De la medida de los terrenos por medio de planos, y del modo de levantar y dibujar el de una heredad.

150. *Levantar el plano de un terreno* es formar en el papel una figura semejante á la de aquel. Para que esta figura sea semejante al terreno es necesario que los ángulos de este sean iguales á los que se formen en el papel, y que los lados sean proporcionales, es decir, que si un lado tiene 60 estadales en el terreno, y otro 40, las dos líneas que representen estos lados en el plano sean una á otra como 60 á 40, de modo que si la primera tiene 6 pulgadas de largo, la segunda tenga 4.

151. Dos razones deben obligar al agrimensor ó propietario á saber levantar un plano: 1.ª el practicar por este medio la medida de ciertos terrenos que de otro modo seria muy dificil o tal vez imposible. 2.ª de que teniendo el dibujo de una heredad es muy fácil hallar sus lindes en el caso de que el tiempo ó la mala fé los

hubiesen borrado; asi es que á toda escritura de pertenencia de una heredad debia acompañar un plano detallado de los objetos que incluía en sí, igualmente que los que la rodeaban.

152. Muchos son los métodos que se usan para levantar un plano, de los cuales pondremos aqui los mas sencillos, usuales y acomodados á los conocimientos dados hasta aqui, y que puede tener un agrimensor.

153. Como en un pliego de papel se han de dibujar objetos que en el terreno ocupan muchos estadales, se ha convenido hacer uso en el papel de una línea A′B′, 58
mas ó menos larga, segun el tamaño del plano, dividida en pequeñas partes iguales, cada una de las cuales representa una vara, estadal ú otra medida de que se haya usado en el terreno. Esta línea asi dividida se llama escala ó pitipie, y es el fundamento y base principal de todo plano, de modo que un plano hecho sin escala es un objeto inútil y digno de toda desconfianza, pues solo por su medio se pueden tener las posiciones y distancias de los respectivos objetos que se hallan en él, y cuyas situaciones deben ser enteramente semejantes á las que tienen en el terreno.

57 154. Cuestion 1.ª *Levantar el plano de un terreno ABCDE con sola la cadena y piquetes.*

Recórrase la posesion poniendo jalones en todos los puntos en que se halle un objeto notable, y hágase un bosquejo ó borrador de la configuracion del terreno con sus entradas y salidas. Mídanse luego todos los lados de la figura, apuntando sus valores sobre los respectivos lados del borrador, ó en un libro de memorias. Al mismo tiempo que se van midiendo los lados tómense á uno y otro lado de cada ángulo un cierto número de estadales, como por ejemplo 20 desde A á *l*, y desde A á *ñ*, é imaginando la línea *lñ*, que se llama abrazadero, se medirá con toda exactitud, contando los estadales, varas, pies y pulgadas que tenga. Desde B se tomarán otros 20 estadales (*)

Lados.		*Abrazaderos.*			
			est.	var.	ps.
A B.	100	*lñ*..	24.	2..	1.
B C.	80	*nm*.	14.	0..	2.
C D.	50	*pq*.	25.	1..	0.
D E.	110	*qs*..	22.	3..	1.
E F.	125	*tz*..	18.	0..	0.
F G.	90	*xu*.	26.	2..	2.
G H.	50	*ur*..	35.	3..	0.
H Y.	40	*ro*..	26.	2..	1.
Y A.	200	*kj*..	30.	1..	2.

(*) Bien se puede tomar diferente distancia en

hasta *n* y otros 20 hasta *m*, y tirando el abrazadero *mn* se medirá del mismo modo, apuntando todas estas medidas en el borrador ó libro: asi se continuará hasta volver al punto A, desde donde se empezó, y supongamos que han resultado los valores que se ven en la tabla en estadales.

Tómese despues un pliego de papel bien estirado, y en el que se quiera dibujar el plano, tírese en él una línea mas ó menos grande, segun el tamaño del papel, y dividiéndola en un cierto número de partes, por ejemplo en 100, cada una de ellas representará un estadal del terreno. El primer estadal de la izquierda se dividirá en varas y pies, y se tendrá hecha la escala. En seguida tírese con lápiz una línea *ab*, á la que se darán 100 partes de escala, porque en el terreno tenia 100 estadales, y se borrará lo que sobre. Tómense las *al'* y *bn'* de 20 estadales, y con un radio de 24 estadales, 2 varas, 1 pie de la escala, valor que tenia *lñ* en el terreno, haciendo centro en *l'* trácese un arco 2, y desde *a* con 20 partes otro arco 3, que cortará al primero en *ñ'*, y tirando la línea *ai* se le darán 200 par-

cada lado, pero creo que será menos confuso el tomar todas estas partes de igual número de estadales en todos los lados.

tes, es decir, dos veces la escala, porque AY tenia 200 estadales. Desde *i* se tomará *ij* de 20 partes, y desde *j*, con un radio de 30 estadales, 1 vara, 2 pies de escala, se trazará un arco 4, y desde *l* con 20 otro arco 5, que cortará al primero en *k'*, y tirándo la *ih* se la darán 40 partes. (*)

Asi se continuará hasta concluir, resultando en el papel una figura enteramente semejante á la del terreno, la cual se podrá medir en el papel reduciéndola á triángulos (111) y tirando las alturas, las que se medirán tomándolas con el compás, y aplicándolas á la escala para ver las partes ó estadales que comprende. Hallando despues la superficie de cada triángulo (126. 1.ª), y sumando, se tendrá la superficie total con tanta ó mas exactitud que si se hubiera hecho la medicion en el terreno.

55 Cuestion 2. *Levantar el plano de un terreno de bastante estension, pero despejado y no muy desigual, como ACDEFG &c.*

Recorrido el terreno, fijados los pique-

(*) Antes de ponerse á practicar estas operaciones deberá el agrimensor ejercitarse mucho en practicar las cuestiones del capítulo 5.º, pues sino se hallará muy torpe, y arriesga el éxito de la operacion.

tes en los recodos, y hecho un borrador de la configuracion, se hará lo dicho en el párrafo 149 en la cuestion 7.ª del 55
capítulo anterior, apuntando los valores de todas las líneas que se midan.

Despues en el papel en que se ha de dibujar el plano se formará una escala como hemos dicho (153). En seguida se tirará con lápiz una línea indefinida *ab*, y tomando *ao* de 80 partes de escala, porque la AO tenia 80 estadales, se levantará en O una perpendicular *oc*, á la que se darán 200 partes de *o* á *c*. Se tomará luego *op* de 40 partes, y en *p* se levantará una perpendicular *pn*, á que se darán 320 partes por los 320 estadales que tenia. Se hará *pq* de 100 partes levantando la perpendicular *qd* de 150. Asi se continuará hasta concluir. Haciendo pasar despues una línea tortuosa por los estremos ó cabezas de las perpendiculares, se tendrá el plano de la posesion ACDEF &c., la que si no se ha medido en el terreno se puede medir en el papel con la misma facilidad.

Cuestion 3. *Levantar el plano de un terreno de poca estension, en el que no se puede entrar, como es un cercado, caserío, pueblo, laguna, monte &c.* 56

Hechas en el terreno las operaciones di-

chas en la cuestion (149. 8.ª), y medidas todas las distancias BA, AG, GE, AZ, ZE &c., se formará una escala como en la cuestion anterior, y tirando la línea *ba* de tantas partes de escala como estadales tenia AB, se prolongará hasta g, haciendo *ag* del tamaño debido, y levantando en *a* una perpendicular *az*, y en g otra *ge* de la magnitud que sea necesaria, se tirará *ze*, prolongando la *ge* hasta *y*, dando á *ey* las partes de escala convenientes se levantará la perpendicular *yd*, y se tirará la *ed*. Continuando con arreglo á la figura del terreno, se irá prosiguiendo el plano hasta su conclusion. Despues se medirá la superficie interior dividiéndola en triángulos ú otras figuras, y midiendo sus bases y alturas con el auxilio de la escala &c., como en la cuestion anterior.

58 Cuestion 4. *Levantar con el auxilio del cartabon el plano de un terreno irregular de mucha estension, y en el que ó no se puede entrar, ó no se pueden hacer medidas en lo interior A por estar pantanoso, poblado de bosque espeso, desigual, ó ser un pueblo.*

Recórrase el terreno con toda detencion: pónganse jalones en todos los puntos mas notables, y hágase un borrador de la configuracion del terreno. Despues tomando el cartabon se fijará el agrimen-

sor en el punto por donde quiera empezar, por ejemplo en B, é imaginará la línea BO, y sobre ella bajará la perpendicular CO desde el punto notable C, midiendo las BO y OC. Fijando el cartabon en C, arreglando la visual con CO, tirará la línea CP, á la que bajando desde el punto notable D la perpendicular DP, medirá CP y PD. Poniendo el cartabon en D, coincidiendo con DP, imaginará la perpendicular DF, que por ser estremo de la linde la prolongará hasta el otro lado F, y suponiendo la perpendicular EQ medirá DQ, QE y QF. En F levantará á la FD la perpendicular FR, á la que bajará otra desde el jalon G, y medirá las FR y RG. En fin, asi continuará levantando perpendiculares hasta venir á parar al punto B, donde empezó, como se ve en la figura.

Para trazar el plano despues de hecha una escala y tirada una línea *bo* en el punto que convenga para que quepa todo el plano en el papel, se dará á *bo* tantas partes de escala como estadales tenga BO. En *o* se levantará la perpendicular *oc*, haciéndola del tamaño que convenga. En *c* la *cp*, en *p* la *pd*, en *d* la *df*, y en el punto conveniente *q* la *qe*, todas arregladas á escala, y asi se continuará hasta

volver á *b*; despues con el borrador á la vista se dará á los espacios que median entre los puntos *b*, *c*, *d*, *e* &c. la configuracion que tenian en el terreno con líneas tortuosas.

Dibujado de este modo el plano se irán midiendo los espacios *def*, *frg*, *itj*, *jkl* &c. compreendidos entre la linde y las perpendiculares, lo que se consigue con tanta mas facilidad, cuanto en cada uno de estos triángulos es base una perpendicular y altura la otra. El espacio interior se medirá dividiéndolo en rectángulos y trapecios, como se ve en los números 1, 2, 3, 4 &c., y midiendo cada uno de por sí, y sumando todas las superficies, tanto laterales como interiores, se tendrá la superficie total del terreno A.

Si por algun obstáculo de las lindes del terreno no se pudiesen tirar las perpendiculares por lo interior, se tirarán por el lado esterior, en cuyo caso no se medirán las superficies de los triángulos laterales por quedar enteramente fuera de la posesion, y sí solo los espacios interiores, que en este caso saldrán algo mas irregulares.

Si en lo interior de la heredad hubiese algun objeto, como casa, laguna, rio, que se quisiese rebajar de la estension de A, se medirá este objeto del mismo modo ó

del modo esplicado (149. 8.ª), y el valor que resulte se restará del de la posesion entera.

Cuestion 5. *Levantar el plano de un terreno por medio de la plancheta.* 59

La plancheta consiste en una tabla cuadrada ó rectángular de madera fuerte y poco viciosa, de unas dos á tres cuartas de lado, y sostenida sobre un armazon de tres pies, al que se sujeta con un tornillo para que no dé vueltas cuando convenga que esté fija. Para el uso de la plancheta se necesita una regla gruesa ó *alidada* MN con un anteojo ó dos pinulas en los estremos para dirigir visuales.

Supongamos que se quiere levantar el plano de la posesion ABCDEA: póngase en la plancheta un pliego de papel blanco, sujetándole con un bastidor que suele tener para este fin, y si no pegándole las orillas con engrudo, habiendo humedecido un poco el papel antes de pegarle para que en secándose quede bien estirado. Hecho esto mídase en el terreno una base ó línea AB con la exactitud posible, y pónganse jalones en todos aquellos puntos notables en que falten objetos que los distingan. Tírese despues en la plancheta una recta *ab*, en la que se tomará una parte *ab* de tal tamaño, que teniendo ella tan-

tas partes de escala como estadales tiene AB, pueda caber en el papel todo el plano que se trata de levantar, y pónganse en los puntos *a* y *b* unos alfileres ó agujas bien perpendiculares: colóquese la plancheta en el estremo A de la base de modo que el punto *a* venga á caer sobre A, lo que se ve con un plomo colgado de un hilo, y que la visual dirigida por los alfileres *a* y *b* coincida con la línea medida AB. Hecho esto se asegurará la plancheta con el tornillo inferior para que no se mueva, y tomando la alidada, y aplicando su canto al alfiler *a*, se irán dirigiendo por las pínulas visuales á todos los puntos E, D, C &c. del terreno, tirando con un lápiz en el papel las líneas *ae*, *ad*, *ac* &c. Para que no se truequen las líneas dirigidas á un objeto con las de otro convendrá escribir al estremo de cada línea el nombre del objeto á que se dirigió la visual.

Trasládese despues la plancheta á B poniéndola de modo que *b* caiga sobre B, y que la línea *ba* convenga con BA, y aplicando el canto de la alidada al alfiler *b* se imaginarán visuales á los mismos puntos E, D, C, &c. que antes, las cuales cortarán á las tiradas desde *a* (*) en los pun-

(*) Y que iban dirigidas al mismo objeto, por-

tos *e*, *d*, *c*, y estos son aquellos en que vienen á caer en el plano los objetos E, D, C, &c.; por consiguiente no queda mas que hacer que dibujar el contorno con arreglo al borrador que siempre se debe hacer del terreno cuyo plano se trata de levantar. Despues se medirá la superficie dividiendo la figura *abcde* &c. en triángulos, y determinando la superficie de cada uno.

Bien se podrá conocer cuán fácil es este modo de levantar planos por las pocas medidas que hay que tomar en el terreno, y por la sencillez del instrumento, cuya falta pudiera suplirse con una mesa comun bien lisa. Pero sus resultados no son á veces muy exactos para poder fiar de ellos en la medida superficial del terreno, por lo poco que se cuida de manejar la plancheta con todo el cuidado y detencion necesarios. Para comprobar la exactitud del plano se levantará segunda vez, tomando por base otro lado cualquiera del terreno, por ejemplo el DE, y si el plano levantado desde esta base da las respectivas distancias de los objetos iguales á las que dió el anterior levantado desde AB, se

que si se toma el punto en que la visual dirigida á un objeto corta á la dirigida á otro diferente, no será dicho punto el que debe.

puede estar seguro de la operacion. (*)

Cuestion 6. *Colocar en el plano todos los objetos interiores, como caseríos, arroyos &c.*

Dibujado el plano del contorno con la posible exactitud, resta determinar los
60 objetos que como Y pueda haber en lo interior de él, lo que se conseguirá imaginando desde Y en el terreno dos perpendiculares YL, YO que vengan á parar á dos lados ya conocidos, y levantando en los correspondientes puntos *l*, *o* de las líneas que en el plano representan dichos lados dos perpendiculares *li*, *oi*, el punto *i* en que estas se cortan es el parage en que se ha de colocar el objeto.

Tambien se puede fijar este con una sola perpendicular LY á un lado ya determinado, la que se medirá, y levantando en el punto *l* correspondiente de la línea que en el plano representa dicho

(*) Tambien se puede levantar un plano con el grafometro ó teodolito; pero el agrimensor que use de estos instrumentos sin saber trigonometría solo conseguirá resultados mas imperfectos que los que da la plancheta, é imponer á los sencillos labradores que porque ven aquellos instrumentos se persuaden de que el que los maneja hallará el plano exactísimo; pero yo les aconsejo que si el medidor no es matemático le dejen con su grafometro ó teodolito, y busquen uno práctico que use cartabon de madera y plancheta, aunque á falta de esta tenga que usar de una mesa.

lado una perpendicular *li*, y dándola tantas partes de escala como estadales tuviese la del terreno, el estremo *i* indicará dónde debe colocarse el objeto pedido.

El curso de un rio ACDEB se determinará tirando en el terreno una línea recta, como MN, y bajando á esta unas perpendiculares, como CF, DG, EH &c. desde cada recodo del rio, las que se medirán igualmente que los espacios MF, FG, GH &c.

Despues se tirará en el plano una línea *mn* en situacion análoga á la MN, y tomando la *mf* de tantas partes de escala como estadales tenia la MF, se levantará la perpendicular *fc*, que se arreglará al tamaño de la FC del terreno, tomaremos despues la parte *fg*, la perpendicular *gd* &c. con las mismas precauciones, y los puntos *c*, *d*, *e* &c. nos determirán la direccion del rio.

Lo mismo se hará con un canal, arroyo, camino &c.

La direccion hácia donde corren los rios se marca en el plano con una flecha, poniendo la punta hácia donde va la corriente.

Cuestion 7. *Orientar el plano.*

Orientar un plano es indicar hácia dónde corresponde cada una de sus partes con

respecto á los puntos Norte, Mediodia, Oriente y Poniente. Todo sugeto que se pone de cara al Norte tiene á su derecha el Oriente, á su izquierda el Poniente, y á su espalda el Mediodia; por consiguiente sabiendo determinar el Norte se tendrán determinados todos los demas puntos.

El del Norte se puede hallar próximamente con una brújula, pero si no la hubiese se podrá determinar por el siguiente método.

La sombra de un objeto cualquiera se halla á las 12 del dia inclinada hácia el Norte; por consiguiente clavando una estaca bien á plomo en el terreno cuyo plano se quiere orientar, y viendo la direccion de la sombra de la estaca á las 12 del dia en punto, en esta direccion se halla el Norte.

Sabida la línea que va al Norte se prolongará en el terreno para ver si pasa por dos puntos notables, y se tirará en el plano una línea semejante, haciéndola pasar por los mismos objetos, poniendo una N ó flor de lis en el estremo que corresponde al Norte.

Cuestion 8. *Poner en limpio el plano de un terreno.*

Si dibujados en un plano los contornos, caseríos, caminos, arroyos &c. se quiere

ponerle en limpio, se comprará un pliego de papel de Holanda ó avitelado, el que se pondrá hácia la luz, y mirando por el lado opuesto se verá si tiene alguna arruga, mancha, claro ó rotura, en cuyo caso se escogerá otro. Despues se humedecerá por el revés (*) con una esponja empapada en agua, y aplicando esta parte humedecida sobre un tablero bien liso se irá pegando la orilla con cola ó engrudo, pero de modo que la pegadura entre á lo mas medio dedo al rededor, y que no se manche la parte superior; se dejará secar, y quedará perfectamente estirado.

Despues se tomará el plano que se quiere poner en limpio, y con una aguja de coser, no muy gruesa, se irán picando todos los objetos y contornos: aplíquesele luego sobre el papel pegado, sujetando los cuatro ángulos ó esquinas con cuatro alfileres para que no se mueva, y pasando por encima una muñequilla de polvo de lápiz ó carbon molido, este se introducirá por las picaduras, y quedará estampado en el papel limpio el plano que se queria copiar, y como las líneas

(*) El revés del papel es la parte mas áspera y en que se conocen mas los moldes.

que resultan tienen poca consistencia aun, se retocarán con un lápiz, empezando por la parte inferior, porque sino es fácil mientras se trabaja lo de arriba borrar con el brazo lo de abajo. El polvillo que queda despues de retocado se quita con una miga de pan no muy tierno.

Si no se quisiere picar el plano que se ha de copiar, se pondrá sobre una vidriera á donde dé buena luz, y poniendo encima otro papel se irán dibujando con un lápiz todos los contornos del de abajo, los que se clarearán muy bien; pero cuidando de no mover el papel de encima, para lo cual se puede prender con dos alfileres al original. Despues se picará esta copia para pasarla al papel pegado, y asi no padecerá nada el original.

Cuestion 9. *Dibujar los objetos que puede haber en un plano.*

En unos planos se contenta el agrimensor con bosquejar con la pluma el terreno, indicando con letreros los montes, tierras de labor, viñas, bosques &c. En otros suele usar de colores para dar mas semejanza al plano.

Estos colores son la *tinta de china*, el *carmin*, la *gutagamba*, y el *azul de Prusia*, con los que se hacen todos los colores necesarios.

La tinta de china es una pasta que viene de aquel estado, se deslie frotándola contra el fondo de un plato ó tacilla en que se ha echado un poco de agua. La buena se distingue por su olor á azmizcle, y porque rompiéndola resulta muy lustrosa por la rotura. Sirve la tinta de china fuerte para tirar las líneas de los marcos, las escalas de los planos, y de todo lo que son obras de carpintería y escabaciones de tierra sin fábrica, y floja ó con mucha agua para sombrear las ondonadas, las canteras, las partes de los cerros ó montañas opuestas á la luz &c.

El carmin es un color rojo hermoso, que se halla comunmente en barras y que se deslie como la tinta de china. Sirve fuerte para tirar las líneas de todo objeto de fábrica, como casa, puente, cerca &c., y flojo, como un color de rosa, se usa para lavar los techos de los edificios, si son de teja.

La gutagamba es una goma amarilla muy quebradiza, y que se deslie como las anteriores. Sirve por sí sola para indicar las obras proyectadas asi un desmonte, una cerca, un puente proyectados se lavarán de amarillo.

El azul de Prusia se suele hallar en barras, y se deslie del mismo modo. Sirve,

dándole muy poca fuerza, para lavar los rios, canales, lagunas &c. y en fin, todo lo que es agua, y mas fuerte para indicar las obras de hierro; mezclado con un poco de tinta de china, da un buen color de pizarra para lavar las casas que la tengan.

Estos colores combinados dan:

El color de arena, que resulta mezclando gutagamba y carmin. Con él se lavan los arenales, playas, islotes de los rios &c.

El color de tierra se forma con color de arena, y mas ó menos tinta de china. Se usa para lavar fosos y zanjas secas, y las tierras de labor, haciendo con él filetes ó listas que figuren los surcos, y poniendo los de cada tierra en diversa direccion y con tintas de diferente fuerza. Tambien se hacen algunas con color de arena ó verde.

El verde resulta de combinar azul y gutagamba, saliendo mas ó menos obscuro, segun el azul que se eche. Con un verde claro como de manzana se lavarán los cuadros de huertas y jardines, las cepas de las viñas, los surcos de algunas tierras, los prados y los terrenos húmedos, y con otro mas obscuro se harán las copas de los árboles, las lindes de las tierras, los ma-

torrales y junqueras, y los contornos de los cuadros ó eras de los jardines ó huertas.

Los pies de los árboles y los rodrigones de las vides se harán con tinta de china fuerte.

Las tintas que se destinan para líneas deben hacerse muy fuertes; pero las de los lavados cuanto mas flojas harán mas gracia.

Las sombras de un plano se arreglarán considerando los objetos como si estuvieran de relieve, y viendo hácia qué lado harian la sombra viniendo la luz de un punto fijo que ya no se debe variar, pues es muy ridículo ver un plano con unas sombras hácia la derecha y otras hácia la izquierda.

Para estender las tintas en el papel se usan los pinceles. Estos deben ser de pelo fino, de una ó dos líneas de largo, y que metido en la boca forme una punta aguda, pero sin enroscarse. Los de pelo muy fuerte no sirven.

Las plumas deben ser claras, sin sebosidad, y no muy duras; para dibujar á pulso se usarán de cuerbo; y para líneas á regla de cisne.

En fin, la mucha práctica es la que podrá acabar de instruir al agrimensor en esta materia, en la que tendrá que embor-

ronar mucho papel primero que tenga la destreza que corresponde, y que no es fácil comunicar en una obra de esta clase.

CAPÍTULO VIII.

Del modo de apreciar y valuar un terreno, dividirle en varias partes iguales ó desiguales, y de los plantíos de viñas, olivos &c.

155. Los terrenos se dividen en *cultivados* é *incultos* ó *eriales*. Un campo labrado, una viña, huerta &c. son terrenos cultivados; y una porcion de tierra que abandonada á sí misma produce espontáneamente cualquier especie de plantas se dice inculta ó erial.

156. Constituyendo los terrenos cultivados la fortuna del labrador, estan sujetos como las demas propiedades á pasar á otro dueño, ya por venta, ya por herencia, ú de otro cualquier modo; en cuyo caso es necesario no solo atender á la cantidad, sino á la cualidad y situacion del terreno para juzgar de su justo valor, de cuya materia, tan importante como desatendida, me propongo tratar en este capítulo.

Valuacion del terreno considerado en sí mismo.

157. Cuatro son las partes de que se compone un terreno; á saber: de la *arena*, *arcilla* ó *greda*, *cal*, y *estiércol* ó *abono*.

158. La arena, la greda y la cal son por sí solas estériles; pero combinadas unas con otras y con el estiércol producen la tierra vegetal mas ó menos fértil, segun la cantidad en que estan mezcladas.

159. De donde se sigue que los terrenos pueden ser *escelentes*, *medianos* ó *malos*.

Será terreno escelente aquel del que tomando por ejemplo 10 cuarterones de tierra bien seca se halle que de estos 10 hay 2 de arena, 6 de greda, 1 de cal y 1 de estiércol.

Será mediano el que en los mismos 10 dé 3 de arena, 4 de greda, 2½ de cal y ½ de estiércol.

Será malo el que en los 10 cuarterones contenga 4 de arena, 1 de greda, 5 de cal y poquísimo estiércol.

160. Para determinar la cantidad de cada especie de tierra que hay en los 10 cuarterones se echarán en 6 ú 8 cuartillos

de agua comun, removiéndola bien.

La basura sobre-nadará, como mas ligera, y se podrá separar con una cuchara ó paleta agugereada, y pesándola despues de bien seca se tendrá su cantidad.

Despues de quitada toda la basura se volverá á remover bien, y dejando aposar un poco se verterá cuidadosamente el agua en otro vaso, de modo que quede la arena en el fondo del primero. Se pondrá luego á secar bien, y pesándola se tendrá la cantidad de arena.

En el agua que quedó se irá echando poco á poco vinagre fuerte, que producirá una especie de hervor, se dejará reposar, y vertiendo luego el agua con cuidado quedará en el fondo del vaso la greda, que se pesará despues de seca, y reuniendo los cuarterones que pese á los que pesó la arena y la basura, lo que reste hasta los 10 cuarterones es el peso de la cal, que se fue en el agua y vinagre.

La tierra que se tome para el esperimento no debe ser sacada de la superficie solo, sino tambien de la profundidad de $1\frac{1}{2}$ ó á lo menos de 1 pie. Se revolverá bien para que se mezcle la de la superficie con la de lo interior, se pasará por una criba para quitarla todas las piedras y raices, y dejándola despues secar bien

se tomarán luego los 10 cuarterones, ó 10 libras ú onzas, segun se quiera, pues esto es arbitrario.

Los prácticos no necesitan de estas preparaciones, pues con solo tomar en la mano un poco de tierra conocen al poco mas ó menos la arena, greda y basura que contiene.

Valuacion del terreno con arreglo á su disposicion.

161. Muchas cosas influyen en el valor de un terreno atendida su disposicion, entre las cuales consideraremos la *esposicion*, *situacion*, *avenidas*, *pasos de agua*, *remansos en tiempo de lluvias*, *fondo ó calidad de la tierra* ó *piedra* sobre que descansa &c.

162. De las diferentes esposiciones que pueden tener los terrenos con respecto al sol, es preferible la que se halla bañada por este mas horas. Los terrenos espuestos al Norte son frios, secos y sombríos; los que lo estan al Mediodia son cálidos y húmedos, y los que lo estan al Oriente ó Poniente son templados.

163. La situacion de un terreno en un llano es preferible á la del que está á la falda de un cerro, punta de colina ó

cuesta, pues ademas de lo que esto puede influir para que el sol no le dé casi nunca, ó le abrase por herirle á plomo, tiene contra sí lo mucho que padece el ganado al labrarla por la postura violenta y fuera de su aplomo en que va las mas veces, lo poco que cunde el trabajo, lo mucho que se estropean los aperos, y en fin, que aunque una tierra en
61 cuesta, como AB, tenga mas estension que si estuviese en un llano, como AC, no caben en AB mas plantas, vides, ó un edificio mas estenso que en CA, como es fácil conocer con solo mirar la figura.

164. El fondo sobre que descansa la tierra vegetal merece mucha consideracion, pues por bueno que sea un terreno si en su fondo tiene piedra, ó una de las tierras estériles (158), no debe dársele tanto valor como al que tenga buen fondo de tierra vegetal, pues en este se puede hacer cualquier plantío, al paso que en el otro no se podrán sembrar sino plantas de poca raiz, y puede suceder que una lluvia fuerte, avenida, huracan &c. se lleve la capa ó costra de tierra vegetal, no consistiendo esta en mas que en 8 ó 12 dedos, quedando la tierra estéril.

165. Por lo que respecta á las avenidas demasiado saben los labradores que

muchos años ocurre que una lluvia fuerte encontrando los sembrados adelantados los destruye por las corrientes que forma, dejando la posesion ó cubierta del légamo, piedra ó arena que arrastró la avenida, ó lo que es peor, llevándose consigo la parte vegetal, y dejando el terreno incapaz de producir en muchos años fruto alguno.

166. No hay cosa mas comun que ver porciones de terreno inundadas y perdidos sus frutos por los pasos de aguas, lo que proviene ó del poco conocimiento de los que dirigieron el riego, ó de la mala voluntad del que lo posee, que deja abiertas las boquillas, ó en fin, por la rotura ó destruccion de sus malecones &c.

167. Los terrenos bajos en que el agua forma remansos ó pantanos en los años lluviosos son tambien de poco valor, porque manteniéndose el agua mucho tiempo sobre ellos se pudren los frutos sembrados, se apelmaza el terreno y se hace de dificil labor.

168. Los rios pueden considerarse bajo de dos aspectos, pues todos conocen las muchas utilidades que producen en los terrenos inmediatos, por conservar la humedad en ellos, proporcionar riegos, poner en movimiento máquinas &c.; pero

sus perjuicios en algunas circunstancias son tambien de mucha consideracion, pues ó muda de madre é inutiliza y destruye un terreno, ó le sujeta á inundaciones, cubriéndole de cieno, piedra y arena, ó desnudándole de tierra vegetal, á veces hasta una ó dos varas de profundidad, y otras muchas cosas, por lo que conviene que el agrimensor si trata de una particion o tasacion atienda á la disposicion baja ó elevada del terreno sobre el agua del rio, á la rapidez y altura de esta en las varias estaciones del año, y al lado á que se halla la mayor altura de cordillera, cerro ó colina, pues el rio irá siempre robando y socabando la orilla que corresponde hácia la parte mas baja del terreno inmediato, como tambien las partes salientes de los recodos que forme su cauce.

169. Los caminos, sendas y veredas son perjudiciales á las heredades lindantes, porque en tiempo de lluvias no reparan los viajeros en echar por dentro de las tierras, empezando por un barbecho y pasando á un sembrado ó plantío, sin reparar en los males que ocasionan, y cuya costumbre se continúa en los tiempos secos, haciendo mudar de direccion al camino con gran pérdida del propietario, el

que suele en estos casos abrir zanjas para remediar el mal; pero ademas de que el remedio dura poco tiempo, el terreno, endurecido con el paso de las caballerías y carruages, es dificil de labrar. Agrégase á esto que no hay persona que pase por el camino que no se crea autorizada para tomar un manojo de verde, espigas, uvas ú hortalizas, segun la posesion, ni caballería que no tome su bocado, ni ganado que no se estravie, ocasionando despues mas daño los que quieren echarle del sembrado que el mismo ganado, lo que ni aun se puede evitar enteramente poniendo guardas.

170. Los linderos deben ocupar tambien la atencion del agrimensor, pues no es nada ventajoso al pobre un vecino poderoso, porque aunque su índole sea buena, los criados, revestidos de la autoridad del amo, van por todas partes manifestando el poder de su señor, y no reparan en atravesar con sus galeras y ganados la tierra del vecino pobre, bien seguros de que este con dificultad se atreverá á quejarse; y asi si se tratase de una reparticion deberá ponerse al lado del lindero mas poderoso el asociado mas rico, y que pueda mejor contener estos desórdenes, y repeler la autoridad con la autoridad.

171. Los prados del comun ó concegiles son tambien malos vecinos, porque aunque se tenga mucho cuidado siempre se pasan é introducen las caballerías y reses en los sembrados cercanos, haciendo notables daños, ya por lo que comen, ya por lo que destrozan al revolcarse; los que van á echarlas fuera suelen causar mas daños que las caballerías mismas, y aunque se pida un resarcimiento por estas pérdidas pocas veces se consigue.

172. Los montes, y mas cuando son de caza, tampoco son buenos vecinos, pues los conejos y liebres hacen terribles entradas y cortas en los sembrados, y si es caza mayor todo lo estropea, aunque no sea tan perjudicial como la menor; pero á una y á otra se agrega el cazador, que forma veredas y se entra por todas partes.

173. Los arbolados ó alamedas muy altas son poco ventajosas, porque la sombra que producen y las raices que se estienden muy superficialmente son perjudiciales.

174. La proximidad ó distancia en que se halla la heredad de la poblacion es tambien punto de consideracion, pues cuanto mas distante esté se apreciará menos, por no poderse celar, guardar,

recorrer y trabajar tan fácilmente y á tan poco coste.

175. Igualmente se han de observar los beneficios que puede tener, como son cerca, vivienda, basura, acequia, pozo, fuente, noria &c. Si tiene fuente ó agua de pie vale mucho mas que si tuviese noria ú otra máquina hidráulica.

176. Estas son las reglas ó principios generales que se pueden dar para la clasificacion y valuacion de los terrenos antes de entrar en su reparticion, que es uno de los cargos mas árduos del agrimensor, tanto por lo dificil que es una justa division de un terreno desigual, como las espresadas circunstancias que se pueden combinar, igualmente que la poca concordia entre los asociados, cada uno de los cuales quiere la suerte mas favorecida, mejor cortada &c., de donde nace la division de los ánimos antes que la del terreno, los pleitos, disgustos &c.

177. Para evitar en lo posible esto debe el agrimensor ser justo é imparcial, enterarse de la cantidad del terreno que va á repartir, y compararle con la parte que cada uno de los asociados tiene que sacar, haciendo valer el terreno lo que importan todas las partes juntas: esto solo para el acto de la reparticion, pues en es-

to á nadie perjudica. Despues se propondrá no partir la heredad en porciones regulares y bien cortadas, sino iguales en calidad y estension, repartiendo igualmente lo bueno, lo mediano y lo malo, aunque haya que dar á cada asociado su parte en dos porciones separadas, pues todos los labradores saben que la tierra buena nunca es cara, al paso que la mala rara vez ó nunca produce lo que se gasta en su labor, semilla y recoleccion. Y no siendo posible repartir una heredad con toda igualdad y como debiera, se tratará de ver si las partes pueden convenirse por medio de permutas, ó con dinero, ó echando suertes entre los interesados para que ninguno alegue parcialidad.

63 178. Cuestion 1.ª *Se le manda á un agrimensor que añada á una tierra dada ABCD cinco fanegas de otra tierra inmediata S.*

Supongamos que son fanegas de marco real; redúzcanse las 5 fanegas á estadales multiplicando por 576 (135. 3.ª), y resultarán 2880 estadales cuadrados. Mídase la linde BC, y tenga 120 estadales. Divídanse 2880 por 120, y resultará el cociente 24. En un punto E, el que mas acomode, levántese la perpendicular EF, sobre la que se tomarán 48 estadales, duplo de 24, que supongamos concluyen en

F; tírense las BF y CF, y el triángulo BFC contiene las 5 fanegas, ó los 2880 estadales que se quieren añadir.

Cuestion 2. *Un sugeto tiene una posesion ABCDE de 18 fanegas, trata de vender 4 fanegas de ella hácia la linde AB, y otras 5 hácia la linde DE: ¿qué partes de terreno ha de separar que contengan las porciones que desea.* 64

Para hacer esta cuestion mas general supongamos que la parte que se ha de separar hácia AB sea rectangular, y la otra de hácia la linde DE triangular.

1.º Reduzcanse las 4 fanegas á estadales, y supongamos que en aquel pueblo cada fanega contiene 400; las cuatro fanegas darán 1600 estadales cuadrados. Mídase la linde AB con la precaucion insinuada (149), y supongamos que tiene 111 estadales de largo; divídase 1600 por 111, el cociente es $14\frac{46}{111}$. Colóquese el cartabon en la línea AB, y levántese una perpendicular FG (149, 3.ª); tómese sobre ella desde F yendo hacia G 14 estadales y $\frac{46}{111}$ de estadal (*), y por el punto G en que terminan los $14\frac{46}{111}$ tírese la HGI paralela á la AB (149. 5.ª), y el rectángulo YBAH es el que se ha de separar, pues

(*) Estos quebrados se valúan en pies y pulgadas por el método dicho (55).

contiene las 4 fanegas, como se puede comprobar midiéndole.

2.° Para separar las otras 5 fanegas redúzcanse á estadales, y se tendrá 2000 estadales cuadrados. Mídase la línea DE, y supongamos que tiene 125 estadales de largo. Divídase 2000 por 125, y el cociente 16 se doblará, y tendremos 32. En la linde ED levántese la perpendicular ML que venga á parar á la linde, y si no puede hacerse esto dispóngase de modo que lo que sobre por un lado se compense con lo que falte por el otro. Desde el punto M hácia L tómense 32 estadales, duplo de 16, y desde el punto L, en que terminan, tírese la recta LD, que separará las 5 fanegas ó los 2000 estadales cuadrados en el triángulo DEL, como se puede comprobar midiéndole.

65 Cuestion 3. *Se ha de repartir una heredad ABCDEF en 4 partes, tales que todas ellas esten contiguas á un objeto dado O, ya sea casa, puente, pozo, ú otro cualquier punto útil á todas las partes.*

Mídase en primer lugar toda la heredad, y supongamos que contiene 50 fanegas de 400 estadales. Divídanse los 20000 estadales que valen por 4, y resultará que a cada parte le corresponde 5000 de ellos. Tírense desde el punto O dos rectas

OC, OE, que comprendan el espacio que parezca podrá contener poco mas ó menos los 5000 estadales. Mídase la superficie de esta porcion OCDE, que es un trapezoide, y por consiguiente se medirá del modo dicho (126. 4.ª), dividiéndola en dos triángulos, y supongamos que resulta de 4600 estadales, es decir, que tiene 400 estadales de menos, los que es necesario añadirle del modo siguiente. Mídase el lado OE, y tenga 80 estadales; divídanse los 400 por 80, y resulta al cociente 5 estadales, que doblados dan 10; levántese á la OE una perpendicular MG que tenga 10 estadales, procurando venga á parar su estremo G á la linde; tírese la OG, y se tendrá la porcion COGED de 5000 estadales.

Desde el punto O tírese una recta OA que forme una porcion AFGO, que al ojo del agrimensor pueda tener 5000 estadales cuadrados. Mídase, y supongamos tiene 5640, es decir, 640 estadales demas, los que se le quitarán asi. Mídase la AO, y tenga 100 estadales; divídanse los 640 por 100, y el cociente es $6\frac{40}{100}$, cuyo duplo es $12\frac{80}{100}$. Levántese en la AO una perpendicular HI de $12\frac{80}{100}$ estadales, procurando llegue su estremo I á la linde, y tirando la IO se tendrá la otra porcion OIFG. La tercera porcion OIAB se

hallará del mismo modo, añadiéndola como en el primer caso, ó quitándola como en el segundo, los estadales que se hayan errado en el tanteo.

La cuarta porcion BCO no hay necesidad de hallarla, pues es el residuo de las otras tres, pero se medirá su superficie, y resultando 5000 estadales con corta diferencia está bien hecha la particion.

66 Cuestion 4. *Repartir el terreno ABCDE en tres partes, tales que la una sea la mitad, la otra las dos quintas partes, y la tercera el residuo.*

Hállese la superficie del terreno propuesto, y sea de 9000 estadales cuadrados; la mitad serán 4500, los $\frac{2}{5}$ serán 3600, y el residuo 900.

Desde un punto cualquiera E imagínese una recta EF que pase por donde parezca ser la mitad de la heredad, y mídase el espacio ABFE: supongamos tiene 4036 estadales cuadrados, cantidad menor que 4500 en 464, los que se añadirán por medio de un triángulo ó rectángulo, midiendo la línea EF, que sea de 72 estadales, dividiendo 464 por 72, y el cociente $6\frac{32}{72}$ es la longitud que se ha de dar á la perpendicular LG, y tirando por su estremo la HI paralela á la EF resultará la porcion HABI, que es la mi-

tad de la heredad.

Ahora se hallará el residuo 900 midiendo la linde IC, que supongamos tiene 48 estadales: dividiendo 900 por 48 se tendrá el cociente $18\frac{36}{48}$ estadales; tómense estos en una perpendicular RS desde el punto R, y tirando la MN paralela á IC por el punto S en que termina dicha distancia se tendrá la porcion MICN de 900 estadales, y la restante HDNM valdrá los $\frac{2}{5}$ de la hacienda, si la particion está bien hecha.

Cuestion 5. *Se quiere repartir una dehesa que hace 3400 ovejas entre cuatro ganaderos de modo que al 1.° le dé pasto para 1000, al 2.° para 800, al 3.° para 1100, y al 4.° para 500.*

Mídase la dehesa (149), y supongamos que tiene 1700 fanegas, que reducidas á estadales de marco multiplicando por 576 dan 979200 estadales. Dividiendo estos estadales por el número de ovejas que puede contener la dehesa, que son 3400, resulta al cociente 288 estadales que corresponden á cada oveja.

Luego al primer ganadero, que tiene 1000 ovejas, le corresponderán 288×1000, es decir, 288000 estadales; al segundo, que tiene 800, le tocan 288×800, que son 230400 estadales; al tercero 288×1100,

que son 316800, y al cuarto 288 × 500, esto es, 144000 estadales.

Reduciendo despues á fanegas los estadales que tocan á cada ganadero, lo que se hace dividiendo por 576, se repartirá la dehesa en las cuatro partes segun la cuestion anterior.

67 Cuestion 6. *Repartir la dehesa ABCF, que contiene 30 fanegas de marco real de tierra, en 5 partes iguales, tales que todas participen de la parte superior AC, que es la mejor, y de la inferior EF, que es la peor y pantanosa.*

Divídanse 30 fanegas por 5, y resulta al cociente 6 fanegas, ó 3456 estadales cuadrados, que es lo que corresponde á cada parte. Tírese la línea BC en la linde, y en cualquier punto G levántese la perpendicular GH; mídase la BC, y supongamos que tiene 312 estadales. Divídanse 3456 por 312, y se tendrá al cociente $11\frac{24}{312}$ estadales. Tómense sobre la perpendicular GH $11\frac{24}{312}$ estadales, que llegarán hasta K, por este punto tírese la IL, y quedará separada la porcion BCIL de 6 fanegas.

Mídase la línea IL, y supongamos que tiene 326 estadales; dividiendo los 3456 por 326 el cociente $10\frac{196}{326}$ indicará lo largo que se ha de dar á la parte KM de la

perpendicular, y tirando por el punto M la NP paralela á IL quedará separada la segunda porcion, y del mismo modo se hallarán las otras dos, pues la última no hay que determinarla, porque será lo que quede hácia la linde AHF, despues de hallada la cuarta porcion EORS.

Para comprobar si la division está bien hecha bastará medir la última porcion AHFEO, y si tiene las 6 fanegas se podrá estar satisfecho de la division practicada.

Aqui debe tener el agrimensor sumo cuidado con las entradas y salidas de la heredad para compensar unas con otras al tirar las rectas BL, BC &c. Igualmente procurará empezar la operacion por la linde que halle mas á propósito.

Cuestion 7. *Repartir una dehesa ABCD-* 68
EFG de 132 fanegas entre 11 labradores.

Dividiendo 132 fanegas entre los 11 labradores corresponden á cada uno 12 fanegas. Bien reconocida y clasificada la posesion para repartirla con la posible igualdad, se halla que el terreno GD es de quiebra y sujeto á daños, por lo que será preciso que todas las suertes participen de el.

Imagínese una línea DGH que corte con la posible igualdad la quiebra DH. Mídase una de las dos partes HABCD, y tenga por ejemplo 62 fanegas; hallamos

que en esta parte caben 5 suertes de las 11 y sobran 2 fanegas, que se quitarán en el triángulo HGY. Divídase el espacio ABCDGY en las cinco partes iguales de 12 fanegas cada una, segun lo dicho en las cuestiones anteriores (178), y lo mismo se hará despues con la parte HFED, en la que se harán las 6 suertes restantes.

Advertencia.

179. El labrador debe hacerse el cargo que no hay quien reparta con toda igualdad ninguna dehesa ó posesion grande, pues las diversas calidades de terrenos, la desigualdad de estos, y otra multitud de obstáculos hacen la práctica de estas reglas muy dificultosa, y hará mucho el que se aproxime á la verdad. Los intereses particulares, el orgullo, la envidia, la ambicion &c. dan orígen á mil disensiones y pleitos, deseando muchos que se reparta la heredad á medida de su gusto, ó con una igualdad, como si fuese un número de reales. Todos quieren las suertes mas regulares, las mas ventajosamente situadas, ó las que han participado de mayor beneficio. En tan encontradas opiniones no hay mas recurso que sortear; para esto se ponen en un cántaro unos papelillos, en cada uno

de los cuales se ha escrito el nombre de una de las partes ó suertes, y metiendo la mano todos los que tienen opcion, irán sacando por su turno una cedulilla, quedando cada uno con la suerte que indica el lote que sacó.

Del repartimiento de rentas.

180. Dos abusos hay en el repartimiento de rentas totales entre las suertes en que está dividida una dehesa ó heredad. El primero y muy comun es repartir igualmente á cada suerte sin advertir que aunque estas sean iguales en estension no lo son por lo regular en calidad, y asi quedan unos favorecidos y otros perjudicados, naciendo de aqui pleitos y disensiones. El otro abuso, aunque no tan general, es tambien muy perjudicial y tiene lugar en aquellos pueblos en que hay la costumbre de arreglar las rentas á grano, para lo cual reparten poco antes de la siega á cada suerte la renta que les parece segun la opinion de peritos labradores ó tasadores en vista del grano que calculan puede haber en ellas, segun el cuerpo de la sementera. Suman despues estas partidas parciales, y si sobra ó falta para componer la renta total disminuyen ó aumentan la renta de la

suerte que mejor les parece, ó en que tienen algun interés de parentesco, amistad, ó de espíritu de venganza. Pero aun cuando no medien estos sentimientos suelen dichos tasadores arreglarse al cuerpo que tiene la sementera, sin observar los beneficios de mayor labor, abono &c. que pueden tener unas suertes mas que otras, de donde resulta que el industrioso y aplicado labrador que con su mayor trabajo y á costa de su bolsillo consigue buena cosecha, se halla luego recargado con mayor renta, solo porque su suerte correspondió á sus fatigas y desvelos. Todo lo que es en perjuicio de la justicia, de la industria y laboriosidad que por tantos títulos debe favorecerse.

181. Para repartir las rentas sin perjuicio ni injusticia se podrán seguir los métodos siguientes.

Cuestion 1.ª *Una dehesa paga 6000 reales, está repartida en 8 suertes, y se quiere averiguar cuánto corresponde pagar á cada una segun su calidad.*

Designemos las 8 suertes por las letras A, B, C, D, E, F, G, H, é imagínese un número cualquiera, por ejemplo el 10: vease cuál es la suerte mas escelente en calidad, ya analizándola (160), ó de otro modo, y sea la suerte A, á la

que pondremos todo el número 10: las suertes B y C son de algo menor calidad, por lo que las designaremos por 9, la D, que tiene mayor quiebra, por 8, las E y F por 5, la G por 3, y la H, que es la mas inferior de todas, por 1, y resultará la adjunta tabla. Súmense los números asignados á las suertes y se tendrá 50, y diremos formando regla de compañía (93):

A = 10
B = 9
C = 9
D = 8
E = 5
F = 5
G = 3
H = 1
Suma. . 50

Suma.	Renta total.	N.º de la suerte.	Renta de cada suerte.
50 :	6000 ::	10 :	1200 rs. para A.
50 :	6000 ::	9 :	1080 rs. para B.
50 :	6000 ::	9 :	1080 rs. para C.
50 :	6000 :.	8 :	960 rs. para D.
50 :	6000 :.	5 :	600 rs. para E.
50 :	6000 ::	5 :	600 rs. para F.
50 :	6000 ::	3 :	360 rs. para G.
50 :	6000 ::	1 :	120 rs. p.ª H. (*)

Suma ó prueba 6000 rs. el total.

(*) A pesar de la legalidad con que se ha hecho esta reparticion, los que tienen las suertes inferiores quedan perjudicados, pues aunque tienen que pagar mucho menos, pagarian con gusto lo que A, pues el producto de una suerte de buena calidad es duplo y aun triplo que el de una ínfima.

Cuestion 2. *Repartir 5000 rs. que renta una heredad entre seis suertes desiguales en que está dividida.*

Sean las seis suertes A, B, C, D, E, F, de las que A tiene 6 fanegas, B 4, C 9, D 5, E 3 y F 7. Roconózcase cada suerte como en el caso anterior, y désele un número, segun la calidad del terreno, y supongamos que la calidad de la suerte A se espresó por 4, B por 6, C por 2, D por 8, E por 3 y F por 5. Multiplíquese cada número por las fanegas que tiene la suerte que corresponde, y resultará la adjunta tabla.

Suertes.	Fans.		Núms.	Productos.
A....	6	×	4......	24
B....	4	×	6......	24
C....	9	×	2......	18
D...	5	×	8......	40
E....	3	×	3......	9
F....	7	×	5......	35
			Suma....	150

Sumando los productos dan 150, y formando una regla de compañías diremos (*93*):

Suma.	Renta total.	Prod.º	Renta que debe pagar.
150 :	5000 ::	24 :	800 rs. p.ª A.
150 :	5000 ::	24 :	800 rs. p.ª B.
150 :	5000 ::	18 :	600 rs. p.ª C.
150 :	5000 ::	40 :	1333 rs. $11\frac{1}{3}$ mrs. p.ª D.
150 :	5000 ::	9 :	300 rs. p.ª E.
150 :	5000 ::	35 :	1166 rs. $22\frac{2}{3}$ mrs. p.ª F.

De la division de los terrenos con respecto á plantíos de viñas ú olivares.

182. Las viñas se plantan en filas paralelas con el objeto de poder arar con desembarazo los espacios que median entre línea y línea de plantas. Cuando estas líneas paralelas estan de modo que cada cuatro plantas forman un cuadrado se llama el plantío *á marco real*; tal es la figura 69, y cuando el plantío se 69
hace de modo que cada tres plantas forman un triángulo equilátero, como la figura 70, se dice el plantío *á tres boli-* 70
llo. El de marco real es el mas usado.

Cuestion 1.ª *Marcar en un terreno un* 69
plantío de viña á marco real.

Para esto se determinará antes la distancia que se quiere dejar entre planta y planta, ya sea de 6, 7, 8 &c. pies: y tomando una cuerda bastante larga se irán haciendo nudos, ó cosiendo unos trapos que disten uno de otro lo que se haya resuelto disten las plantas. Paséese luego el terreno en que se ha de hacer el plantío, y eligiendo la linde que mas convenga, por ejemplo la AK, se medirá con la espresada cuerda, poniendo una estaca, caña ó montoncillo de tierra en los pun-

tos A, B, C, D &c. á que corresponda cada nudo ó trapo de la cuerda. Desde uno de estos puntos, por ejemplo desde A, levántese á la AK la perpendicular AF, que se medirá como la AK, poniendo señales en los puntos á que vengan á parar los nudos ó trapos, como GHYL. Levantando en estos las perpendiculares FO, LP, YQ &c. midiéndolas con la cuerda, y señalados los puntos de los nudos, darán trazado el plantío.

70 Cuestion 2. *Trazar en un terreno un plantío de viña á tres bolillo.* (*)

Para esto habiendo medido con la dicha cuerda una linde, por ejemplo la AB, y señalando los puntos de los nudos como en el caso anterior, se tomará una parte de la cuerda que contenga tres nudos, dos en los estremos y uno en medio, y fijando los estremos en dos de los puntos de division, como en A y D, se tirará la cuerda hasta que el nudo del medio venga á parar como á G, cuyo punto se señalará alargando la línea AG cuanto permita la heredad. Lo mismo se hará desde los puntos C y D señalando el F y prolongando la DF, y asi se irán tirando to-

(*) En el tres bolillo se dejan entre planta y planta de 12 á 14 pies.

das las demas líneas transversales, las que medidas con la cuerda darán los puntos intermedios del plantío. (*)

Cuestion 3. *Se pregunta cuántas plantas de vid ó de olivo caben en un terreno que contiene 13 fanegas de marco real, mediando entre planta y planta 3 varas.*

Hállese el número de varas cuadradas que contiene una fanega de marco real, que son 9216, y multiplíquense por 13 que tiene la tierra; el producto 119808 se dividirá por 9, cuadrado de la distancia 3 que ha de haber entre dos plantas, y el cociente 13312 es el número de plantas que caben en la tierra propuesta.

Cuestion 4. *Uno quiere plantar una viña en 5 fanegas de tierra que tiene; computados el coste de cada planta con los jornales que tiene que pagar para su plantacion, le resulta de coste $\frac{1}{2}$ real por cada vid; ¿ cuán-*

(*) Trazado ya el plantío no resta mas que abrir los hoyos en los parages señalados con las estacas, cañas ó montoncillos de tierra &c, Estos hoyos deben abrirse con cuidado, para que no desordenen el plantío: para lo cual se hará la escabacion de modo que el piquete clavado quede en uno de los ángulos del hoyo, y asi al tender el sarmiento en él quedará el estremo superior en el punto en que se hallaba la señal. El tamaño de estos hoyos suele ser de unos 2 pies en cuadro, y otro tanto de profundidad, bien que esto depende del gasto que se quiere hacer y demas circunstancias.

to le importará el plantío dejando entre cada dos plantas $2\frac{1}{2}$ varas?

Supongamos que en este pueblo cada fanega es de 400 estadales de á 10 pies ó $3\frac{1}{3}$ varas cada uno. Cuádrese este número y resultará $\frac{100}{9}$, habiendo reducido el $3\frac{1}{3}$ al quebrado $\frac{10}{3}$. Multiplíquense $\frac{100}{9}$ por 400 estadales, y se tendrá el número de varas cuadradas que contiene la fanega en dicho pueblo, que serán $4444\frac{4}{9}$, y como son 5 las fanegas contendrán entre todas $22222\frac{2}{9}$ varas cuadradas, que divididas por $\frac{25}{4}$, cuadrado del $2\frac{1}{2}$, el cociente 3555 es el número de cepas que puede plantar, despreciando el quebrado, y como cada cepa le tiene de coste $\frac{1}{2}$ real, las 3555 le costarán $1777\frac{1}{2}$ reales.

Cuestion 5. *En 7 fanegas y 5 celemines de marco real ¿cuántas cepas se podrán plantar estando 6 cuartas distantes unas de otras?*

Valiendo cada fanega 9216 varas cuadradas las 7 valdrán 64512: como cada celemin vale 48 estadales, cada uno de ellos de 16 varas cuadradas, tendrá cada celemin 768 de ellas, y como son 5 compondrán en todo 3840, que añadidas al 64512 resulta que las 7 fanegas y 5 celemines componen 68352 varas cuadradas, que divididas por las 6 cuartas ó $1\frac{1}{2}$ va-

ras elevadas al cuadrado, es decir, por $\frac{9}{4}$ despues de reducido á quebrado el $1\frac{1}{2}$, el cociente 30377 es el número de cepas que caben en las 7 fanegas y 5 celemines.

Cuestion 6. *En una viña hay 9028 cepas distantes unas de otras 7 cuartas; se pregunta ¿cuántas fanegas de tierra de marco real contiene la viña?*

Multiplíquese el número de cepas 9028 por la distancia que tienen entre sí, que es $\frac{7}{4}$ de vara elevadas al cuadrado, es decir, por $\frac{49}{16}$, y resultará $\frac{49}{16} \times 9028 = 27648$ varas cuadradas que tiene la posesion, las que reducidas á fanegas, dividiendo por 9216 varas cuadradas que tiene cada una, dan al cociente 3, que es el número de fanegas que contiene el plantío.

Si del dividendo hubiesen sobrado algunas varas se dividirian por 16 para tener los estadales cuadrados que habia ademas de las fanegas que aqui resultaron justas.

Cuestion 7. *Dada la longitud perpendicular de una tierra de 750 palmos, hallar qué anchura se ha de tomar para poder hacer un plantío rectangular que comprenda 3000 plantas á la distancia de 6 palmos.*

Multiplíquense las 3000 plantas por 36, cuadrado de la distancia de 6 palmos que ha de haber entre ellos, el producto 108000

se dividirá por los 750 palmos que tiene la tierra de largo, y el cociente 144 palmos es el ancho que debe darse al plantío para que pueda contener las 3000 plantas á la distancia propuesta.

Si la longitud de la tierra está espresada en varas, se reducirán estas á palmos multiplicando por 4, y se procederá como en el caso anterior.

Cuestion 8. *Sobre una línea de 1600 palmos hacer un plantío triangular que comprenda 4500 plantas á la distancia de 8 palmos.*

Multiplicando las 4500 plantas por 64, cuadrado de la distancia 8, dan 288000, y dividiendo por 1600 se tendrá el cociente 180. Duplicando este será 360, que es la longitud que debe darse á la altura del triángulo que comprenderá las 4500 plantas; el que se trazará en el terreno del modo dicho (178. 1.ª y 2.ª)

Observaciones.

183. 1.ª En las plantaciones ó tasas de viñas sucede que los labradores creen tener casi tanto número de plantas estando estas por ejemplo á 8 palmos, que si estuvieran á 7 ó 6, y se consideran engañados cuando hecho el cálculo por el

agrimensor ven la grande diferencia de plantas de un plantío á otro. Para salir de este error bastará que echen una mirada sobre la tabla 5.ª de plantíos de viña que va al fin del tomo, y verán en una misma estension de varas cuadradas qué diverso es el número de plantas que corresponde á cada distancia.

2.ª Errores de igual gravedad se cometen en las tasaciones de sembrados ó forrages contados por sogas (133. 3.º), pues teniendo una soga cuadrada de á 8 varas 64 varas cuadradas, una de 10 varas tendrá 100 cuadradas, y lo que comunmente hacen es que si una soga de 8 varas la tasan en 16 rs. por ejemplo, una de 10 varas la aprecian en 20, sin advertir la gran diferencia que hay de 64 varas cuadradas que tiene la 1.ª, á 100 que hay en la 2.ª, y á la que corresponden de tasacion 25 rs., como es fácil ver por la siguiente proporcion: 64 varas: 100 varas :: 16 rs.: 25 rs. que resultarán. (85)

3.ª Tambien debe el agrimensor tener muy presente en las medidas, divisiones y tasaciones de heredades que de dos terrenos de una misma figura (sea esta la que quiera), de los cuales el uno tenga sus dimensiones duplas que el otro, aquel no tendrá una superficie dupla que este, co-

mo comunmente se cree, sino que ocupará una estension 4 veces mayor que el segundo: si las dimensiones fuesen triples la superficie seria 9 veces mayor, si cuadruplas 16 veces &c. Asi si tuviesemos
45 tres porciones de terreno O, P, Q de la misma figura, pero tales que O tuviese 1 estadal de lado, P 2 y Q 3, sus superficies serian (126. 2.ª) la de O de 1 estadal cuadrado, la de P de 4 estadales cuadrados, y la de Q de 9, es decir, que P seria 4 y Q 9 veces mayor que O.

CAPÍTULO IX.

De la nivelacion, desmontes, escavaciones, acequias, diques y desagües de terrenos.

184. *Nivelar un terreno* es hallar la mayor ó menor altura que tienen sus puntos unos respecto de otros.

Línea de nivel es aquella que en todos sus puntos conserva una misma altura. El objeto principal de la nivelacion es averiguar cuánto unos puntos de un terreno se alejan mas que otros de la línea de nivel.

185. La línea de nivel se determina por varios métodos. Cuando la distancia

es muy corta se usa del nivel de *aire* ó del de *albañil*.

186. El nivel de aire consiste en un 71
tubo de cristal ó cañoncito AB de un medio dedo de grueso y de 3 ó 4 pulgadas de largo, lleno de espíritu de vino, escepto un corto espacio C en que se deja un poco de aire, y cerrado por ambos estremos. Este tubo va asegurado á una regla de bronce DE, cuyo grueso es igual por todas partes, y cuando el objeto sobre que se coloca está bien horizontal ó á nivel la ampollita de aire viene á ocupar el medio del tubo AB; pero si se inclina hácia un lado es señal de que está torcido dicho objeto.

187. El nivel de albañil consiste en 72
un triángulo isosceles ABC de madera terminado por una regla BC, en cuya mitad D hay un corte de sierra que coincide con el vértice ó punta superior A, de la que cuelga un plomillo E pendiente de una cuerda AE. Si colocado el nivel sobre un objeto coincide lo largo de la cuerda con la aserradura en toda su estension, el objeto está á nivel; pero si no, está inclinado hácia el lado á que vaya el plomo.

188. Pero el nivel mas en uso en la 73
agrimensura es el de agua, que sirve para nivelar grandes distancias. Consiste en

un cañon de laton ó de hoja de lata de 3 á 4 pies de largo, con dos recodos en sus estremos, en los que se colocan dos tubos ó vasos sin suelo de cristal de una pulgada de diámetro y cinco ó seis de altura, los que se embetunan con los dichos recodos. La comunicacion entre los dos vasos por lo interior del cañon ha de estar libre, de modo que echando agua por un vaso suba por el otro á la misma altura despues de lleno el cañon. Por la propiedad que tiene el agua de subir en los dos á una misma altura se deduce que la visual dirigida por la superficie del agua de los dos vasos es una línea de nivel. (*)

189. Para el uso de este instrumento
se le coloca sobre un chuzo ó baston que
se clava en tierra, ó sobre un armazon
de tres pies como el del cartabon. Se ne-
cesitan ademas dos *miras* ó *niveletas*, que
74 son dos regiones de 6 á 7 pies de largo,
en los que se colocan unas tablillas de
una cuarta en cuadro, cuya mitad infe-
rior es negra, y la mitad superior blan-
ca. Estas tablitas estan dispuestas de mo-
do que pueden correr á lo largo de los

(*) Los dos vasos deben ser de igual grueso y diámetro, y del cristal mas limpio, sin betas ni ampollas.

reglones, teniendo un tornillo para fijarlas en el punto que convenga.

Cuestion 1.ª *Nivelar en el terreno una* 75
línea AB de 200 á 300 varas.

Colóquese el nivel en un estremo A, y en el otro B clávese una mira ó niveleta bien á plomo. Echese en el nivel agua mezclada con un poco de vino, para que se perciba mejor, hasta que suba á la mitad de los dos vasos, dando ínterin se llena unos golpecitos suaves al nivel para que no quede dentro aire alguno. Si hace viento de modo que agite el agua de los vasos, convendrá taparlos con unos corchos prevenidos para el efecto, y que lleven unos agugeritos para que el aire que quede dentro de los vasos comunique con el esterior.

Hecho esto dése vuelta al nivel hasta que sus dos vasos vengan á coincidir con la direccion AB, y mirando por la superficie del agua se mandará al peon, que estará junto á la niveleta, que suba ó baje la tablilla hasta que la visual dirigida por la superficie del agua de los dos vasos venga á parar á la línea que divide lo blanco y negro de la tablilla, y entonces se mandará apretar el tornillo para que quede fija.

Mídanse luego con una regla ó vara di-

vidida en pies, pulgadas y líneas la altura que hay desde la superficie del agua al suelo, y la de la línea de la tablilla tambien, y supongamos que la AD tiene 6 pies, 2 pulgadas, 11 líneas, y Bn 3 pies, 4 pulgadas y 8 líneas. Diremos que A está mas bajo que B, y para hallar cuánto se restarán los dos números y la resta 2 pies, 10 pulgadas y 3 líneas es lo que A está mas bajo que B.

76 Cuestion 2. *Nivelar una distancia AB de 300 á 600 varas.*

En este caso colóquense dos niveletas, una en A y otra en B, y tomando un punto C medio entre A y B con corta diferencia, y dirigiendo una visual *xy* á la mira A, y otra *zn* á la B, colocando las tablillas como en el caso anterior, se medirán con la regla ó vara dividida en pies, pulgadas &c. las alturas A*y* y B*n*, y restando lo que valga la menor, que aqui es A*y*, de la mayor B*n*, la resta serán los pies, pulgadas y líneas que el punto A está mas alto que B. Cuide el agrimensor de advertir que de las dos alturas la que medida con la vara resulte menor corresponde al punto mas alto en el terreno. Asi por tener A*y* menos pies, pulgadas &c. que B*n* indica que A está mas alto que B.

Cuestion 3. *Nivelar una distancia que pase ya de 600 varas.* 77

En este caso es preciso repetir la operacion de la cuestion anterior dos, tres ó mas veces. Sea la distancia ABCDEFG la que se ha de nivelar. Tómese de ella una parte AC de 400 á 600 varas, y clávense en sus estremos AC las miras A*a* y Cc bien á plomo, tómese despues al poco mas ó menos el punto medio B, y póngase en él el nivel, y dirigiendo las visuales *na* y *mc* mídanse las alturas A*a* y Cc, y sean A*a* de 5 pies, 6 pulgadas y 2 líneas, que se apuntará en un papel dividido en dos colúmnas, y Cc de 4 pies, 10 pulgadas y 5 líneas, que se apuntará en la otra colúmna como se ve:

Términos inmediatos al principio A.	Términos inmediatos al fin G.
5 pies 6 pul. 2 lín.	4 pies 10 pul. 5 lín.
8 pies 9 pul. 0 lín.	6 pies 3 pul. 11 lín.
5 pies 4 pul. 3 lín.	4 pies 0 pul. 4 lín.
19 pies 7 pul. 5 lín.	15 pies 2 pul. 8 lín.

Quítese la mira de A, dejando en el punto donde estuvo una estaca ó monton de tierra, y trasládese á un punto E distante otras 400 ó 600 varas (*) de la mira C,

(*) Esta distancia se fija para el caso en que el

que se dejará fija sin hacèr otra cosa que poner la tablilla de modo que mire hácia E. Pásese el nivel B á D, punto con corta diferencia medio entre E y C, y dirigiendo las visuales *pd* y *qe*, mídanse las alturas C*d* y E*e*, y sean C*d* de 8 pies y 9 pulgadas, que se escribirán en la primera colúmna por estar C mas inmediato al principio A que E; cuya altura E*e* se apuntará en la otra, y sea de 6 pies, 3 pulgadas y 11 líneas.

Quítese la mira de C, dejando señal como se hizo en A, y trasládese á G volviendo la tablilla de la misma E*e* hácia G, y puesto el nivel en el medio F diríjanse las visuales *rf*, *sg*, mídanse las distancias *f*E, que sea de 5 pies, 4 pulgadas y 3 líneas, que por ser de las dos miras la mas próxima á A se pondrá en la primera colúmna, y la Gg, que sea de 4 pies y 4 líneas, se apuntará en la segunda.

terreno no sea mny desigual, porque si lo es, como sucederá cuando pase la nivelacion por un cerro, será preciso tomar mucha menos distancia, pues de otro modo la visual encontraria con el terreno y no con la niveleta. El que nivela no debe sujetarse á tomar la espresada distancia, sino la que prudencialmente conozca debe tomarse segun la configuracion del terreno. Lo que sí debe cuidar es de colocar el nivel lo mas enmedio que pueda entre las dos miras para no tener que andar haciendo correcciones. (Vease la tabla 6 al fin.)

Asi se continuará repitiendo la operacion y apuntando los valores en las colúmnas, sin escribir en una las alturas que deben ir en la otra. Despues se sumará la primera colúmna, que aqui componen 19 pies, 7 pulgadas, 5 líneas; y la segunda 15 pies, 2 pulgadas, 8 líneas; y como esta es la menor indica que el punto G está mas alto que A. Para saber cuánto se restará la suma 15 pies, 2 pulgadas, 8 líneas de la mayor 19 pies, 7 pulgadas, 5 líneas, la resta 4 pies, 4 pulgadas y 9 líneas es lo que G está mas alto que A.

191. Si para algun objeto particular conviniese saber las distancias respectivas de A á C, de C á E, de E á G &c., se medirán con la cadena, para lo cual hemos tenido la precaucion de dejar señales en A, C, E &c. Sumadas todas estas distancias darán la de toda la línea nivelada. Y si ademas de la diferencia de altura de los estremos A y G se quisiese la de los puntos intermedios C, E &c., se restarán las dos cantidades que salen de cada nivelacion parcial: asi restando de 5 pies, 6 pulgadas y 2 líneas, 4 pies, 10 pulgadas y 5 líneas, resultarán 0 pies, 7 pulgadas y 9 líneas, que es lo que C está mas alto que A. Restando de 8 pies y

9 pulgadas, 6 pies, 3 pulgadas y 11 líneas, resultarán 2 pies, 5 pulgadas, 1 línea, que es lo que E está mas alto que C, y asi de los demas.

192. Como la nivelacion suele hacerse con el objeto de hacer escavaciones costosas, como son un desmonte, abrir una acequia &c., conviene antes de empezar esta obra asegurarse bien de la exactitud de la nivelacion, para lo cual se repetirá dos ó mas veces, empezando una vez desde un estremo y otra de otro, asi para comprobar la nivelacion GFED &c. habiendo empezado antes por A yendo hácia G, empezaremos ahora en G viniendo hácia A, y si resultan los mismos 4 pies, 4 pulgadas y 9 líneas está bien hecha la nivelacion. En las líneas se puede despreciar alguna diferencia, es decir, que aunque resulten 2 ó 3 líneas mas ó menos, siempre que los pies y pulgadas salgan los mismos es despreciable dicha diferencia.

De los desmontes y escavaciones.

193. *Desmontar un terreno* no es otra cosa que ponerle todo él á nivel, rebajando todos aquellos puntos que estan mas

elevados. Muchos son los objetos con que se puede hacer un desmonte, por lo que sin mezclarme en ellos manifestaré brevemente los medios de calcular el coste y trabajo que puede ocasionar un desmonte cualquiera.

194. Cuestion 1.ª *Dado un terreno* 78 *ABCDE que se ha de desmontar calcular la profundidad que ha de tener la escavacion en cada uno de los puntos notables G, H, T, L &c.*

Dado desde luego un punto D á cuya altura ha de quedar todo el terreno, se empezará desde D una nivelacion que nos indique las alturas de los puntos N, M, H &c. sobre D, y se colocará en cada punto nivelado N, M, H &c. una estaca ú otra señal en que se escribirá con un lápiz ó navaja los pies, pulgadas y líneas que aquel punto está mas alto que D, y otros tantos pies, pulgadas y líneas ha de tener la escavacion en aquel punto.

Cuestion 2. *Hallar el coste que tendrá una escavacion de tierra sola, es decir, en que no tenga que entrar cantero.*

Hállese la superficie del terreno por desmontar, y sea de 6500 pies cuadrados. Véase luego la profundidad que ha de tener la escavacion en los puntos mas

notables E,A,G,N,M &c. (194. 1.ª) (*), y supongamos que tienen sobre D lo que espresa la adjunta tabla: súmense todas estas alturas, y darán 55 pies, que divididos por el número de puntos tomados, que aqui es 10, resultan $5\frac{1}{2}$ pies, que es lo que se llama altura media. Multiplicando $5\frac{1}{2}$ por la superficie del terreno por desmontar, que es de 6500 pies, resultan 35750 pies cúbicos que ha de tener el desmonte. Y en sabiendo lo que cuesta la escavacion de un pie cúbico, que sea por ejemplo 6 mrs. el todo de la escavacion, costará 35750×6, que produce 214500 mrs., que hacen casi 6309 rs.

E	6
G	5
N	3
M	4
H	10
L	3
C	2
B	6
A	9
Y	7

Cuestion 3. *Desmontar un terreno en que hay peña.*

Si en el terreno que se ha de desmontar resulta peña viva es preciso calcular el volúmen de esta aparte para hacer su cuenta al cantero en razon del mayor trabajo y gasto de tiempo. Para hallar este volúmen se verá la figura que tiene la roca ó peña y se hallará su solidez viendo á cuál de los cuerpos se asemeja (116. y sig.), y midiendo su solidez por

(*) Cuantos mas de estos puntos se tomen, tanto mas exacta saldrá la operacion.

las reglas dadas (127), de las que resultará mas ó menos aproximada segun la destreza del medidor, pues siendo tantas y varias las figuras bajo las cuales se puede presentar la piedra, no podemos sujetarlas á reglas seguras.

Si la piedra tuviese una figura como 79
ABCD se hallará su solidez multiplicando lo que tengan de largo los lados AC y CB por la altura ó grueso CD; asi si AC tenía 5 pies, CB 4 y CD 3 pies de altura, la solidez aproximada será de 60 pies cúbicos.

Si fuese el peñasco HJKYL mídase su 80
circuito, y sea de 88 pies: dígase luego si 22 : 7 : : 88 : . (125. 16.[a]), y resultarán, 28. Cuádrese este 28, y el cuadrado 784 multiplíquese por la altura LK hallada con el nivel, y que sea de 8 pies, y tendremos 6272, que multiplicado por 11 y partido por 42 da $164\frac{28}{42}$ pies cúbicos, solidez que tiene el peñasco HKJYL próximamente. 81

Si la peña se presenta con la figura ABCD se medirá una de sus líneas como AB que sea de 9 pies, y la perpendicular bajada desde D á la AB que tenga 5 pies, igualmente que otra perpendicular AL bajada desde A á BC ó á su prolongacion, y sea AL de 11 pies. Múl-

tiplíquense las tres cantidades 9,'5 y 11, y el producto 495 pártase por 3, y dará 165 pies cúbicos, que es próximamente la solidez de ABCD.

Hallada la solidez de la peña se restará de la del desmonte total para saber cuántos son los pies cúbicos de tierra que hay que pagar á los que han hecho el desmonte de esta, y lo de peña se pagará á los canteros.

Cuestion 4. *Se desea hacer un estanque cuadrilongo que tenga de largo 40 pies, de ancho 32 y 10 de profundo. Llevando á 4 mrs. por cada pie cúbico de desmonte ¿cuántos pies cúbicos habrá que desmontar, y cuánto costará el desmonte.*

Hállese la solidez que ha de tener el estanque multiplicando el 40, el 32 y el 10, y resultará el producto 12800 pies cúbicos, que multiplicados por 4 mrs. que cuesta cada uno dan 51200 mrs., que hacen $1505\frac{30}{34}$ rs.

Cuestion 5. *Un hortelano pregunta qué número de pies cúbicos de escavacion ha de dar á un estanque para que tenga el agua suficiente para el riego de su huerta con una pulgada de agua.*

Hállese la superficie de esta en pies, y sea de 82000 pies cuadrados, que se partirán por 12; resultan 6833 pies cú-

bicos que debe tener el estanque, que contendrá agua para regar toda la huerta con una pulgada de agua.

Cuestion 6. *¿Cuántos pies cúbicos contendrá la escavacion de un pozo circular que tiene de diámetro ó ancho 6 pies y de profundo 50?*

Cuádrese el 6 (65) y se tendrán 36, que multiplicados por la profundidad 50 dan 1800. Multiplíquese esto por 11, y pártase el producto 19800 por 14 (*), y se tendrán $1414\frac{4}{14}$ pies cúbicos de la escavacion.

Cuestion 7. *¿Cuántos pies cúbicos de escavacion tiene un pozo obalado ó de noria cuyo largo es de 12 pies, el ancho de 4 y la profundidad de 40?*

Multiplíquese lo largo, ancho y profundo, y resultarán 1920, que multiplicados por 11 son 21120, y divididos por 14 dan $1508\frac{8}{14}$ pies cúbicos que tenía la escavacion. (**)

Cuestion 8. *Se quiere cercar una tierra, que tiene 842 pies de circuito con un foso ó zanja de 4 pies de ancho y 3 de*

(*) El multiplicar por 11 y partir por 14 se hará en todas las cuestiones semejantes á esta y á la séptima.

(**) No creo que será fuera del caso incluir aqui aquellas señales mas comunes y ciertas de que se hallará agua á poca profundidad en un ter-

hondo. Un jornalero se ofrece á hacer la obra por 960 rs. ¿á cómo lleva por el pie cúbico de escavacion.?

Multiplíquense los 842 por 4 y 3, y serán 10104 pies cúbicos de la escavacion. Redúzcanse á mrs. los 960 rs. y serán 32640 rs., que divididos por el 10104 dan cerca de $3\frac{1}{4}$ mrs., precio de cada pie cúbico.

Cuestion 9. *Un jornalero se ofrece á abrir una zanja de 120 varas de largo, 2 de ancho y 1 de profundo, y no entendiendo él de ajustes por varas ni pies cúbicos, quiere hacerle por las espuertas de tierra que haya que escavar, llevando por cada espuerta 2 mrs.: ¿cuánto ha de pedir por la escavacion.?*

Multiplíquense 120 varas por 2 y 1, y serán 240 varas cúbicas: se sabe por esperiencia que cada vara cúbica de tier-

reno. Estas señales son. Primera si no hallándose en paraje bajo ni donde se recojan las aguas llovedizas cria espontáneamente junco menudo, juncia, sauce silvestre, chopos, cañas y demas yerbas afectas á la humedad. Segunda si tendiéndose vientre á tierra al nacer el sol se ven salir abundantes vapores. Tercera si cabando un hoyo de una vara ó mas profundidad y poniendo en su fondo una cazuela vidriada ó de metal untada de aceyte y boca abajo y cubriendo la boca del hoyo con ramas ó tablas se halla la cazuela salpicada de gotas gruesas de agua al dia siguiente.

ra ni muy esponjosa ni muy apretada, da unas 60 espuertas de tierra escavada, luego multiplicando 240 varas cúbicas por 60 da 14400 espuertas de tierra, que á 2 mrs. cada una componen 28800 mrs., que son 847 rs. 2 mrs.

De las acequias y diques.

195. Cuando la nivelacion es para un desmonte se seguirá exactamente el resultado de la operacion; pero si es para una acequia, reguera, cauce &c. por la que deba correr el agua, se la darán 1 ú 2 pulgadas de pendiente en cada 100 varas, para que el agua tenga una corriente suave y no estropee las orillas, como sucederá si se la da mucha inclinacion.

196. Las acequias, cauces ó regueros deben hacerse lo mas en línea recta que se pueda, pues si forman ángulos, chocando el agua con ellos, los irá minando y destruyendo, causando de aqui contínuas obras y reparos.

197. Las escavaciones se arreglarán por los resultados de la nivelacion; asi es que si se desea abrir un cauce que conduzca las aguas desde el arroyo ó rio A á la posesion M, y se ha averiguado por medio de la nivelacion que B está 82

5 pies mas alto qúe A, C 2 pies, D 6 pies y E 8, quiere decir que la escavacion debe seguir la línea AM, rebajando en B 5 pies, en C 2 en D 6 y en E 8, además de la inclinacion de una ó dos pulgadas por cada cien varas que haya de A á M para que el agua tenga curso desde el rio hácia M.

198 Si en la estension del cauce hay algun parage, por ejemplo G, mas bajo que la altura del agua en A, será preciso rellenarle de tierra hasta dejarle á la misma altura, y hacerle dos diques, ó elevaciones de tierra para que sujeten la corriente del agua, y no se estravie esta y ocasione la inundacion de algun terreno. Para que estos diques tengan bastante robustez deben ser de tierra arcillosa, en la que se echarán semillas de grama para que tome consistencia, y mucho mejor será si se hace un plantío de chopos á lo largo de los diques que con sus raices aseguran la tierra mejor que nada. Si el agua corriese con violencia será preciso guarnecer ó revestir el dique con una estacada espesa, cuyas estacas se enlazarán con mimbres ó ramaje verde, el que impedirá á las aguas el que roben la tierra del dique ó malecon.

199. Cuestion 1.ª *Se quiere abrir una acequia ó zanja de 4000 pies de largo, 3 de profundo, y que por estar sus paredes en declive tiene 6 pies de boca ó anchura en la parte superior y 4 en el fondo ó parte inferior: ¿cuántos pies cúbicos dará de escavacion?*

Súmense las anchuras superior é inferior 6 y 4, y tómese la mitad 5. Multiplíquense 5, 3 y 4000, y darán 60000 pies cúbicos que ha de tener la escavacion.

Cuestion 2. *Se ha de abrir un cauce por terreno desigual, el cual por la parte mas baja del terreno que atraviesa ha de tener 1 vara de profundo. Su anchura media ha de ser de 2 varas, y lo largo de 2500 varas; se hace el ajuste por pies cúbicos: se pregunta 1.º cuántos de éstos tendrá la escavacion; 2.º cuánto costará á razon de 20 rs. por cada 1000 pies cúbicos.*

El que se comprometa á ello debe nivelar ante todo lo largo de la acequia (190. 3.ª) tomando cuantos mas puntos pueda (194. 1.ª) sobre el punto mas bajo. Sumará estas alturas parciales, y la suma la dividirá por el número de ellas que haya tomado, y saldrá la altura media, que sea por ejemplo de 2 varas, á las que añadirá la 1 vara que ha de

tener la profundidad, y serán 3 varas, que multiplicadas por la anchura 2 varas y lo largo 2500 resultarán 15000 varas cúbicas de escavacion, y como cada una de estas tiene 27 pies cúbicos, multiplicando resultarán 405000 pies cúbicos, que es lo que hay que escavar. Para saber el coste diremos si 1000 pies cuestan 20 rs., 405000 pies ¿cuanto costarán? (91) ó 1000:20::405000: 8100 rs. que costará la obra.

200. El destajista que no quiera comprometerse en empresas ruinosas debe examinar cuidadosamente todas estas cuestiones ejercitándose varias veces, y de este modo podrá tomar sobre seguro cualquier trabajo de esta especie.

De los desagües de terrenos.

201. Cuando un terreno se ofrece inundado la mitad del año por su situacion, debe el labrador tratar de desaguarle. Para esto nivelará la posesion, y en la parte que resulte mas baja construirá una ó muchas zanjas para dar curso al agua estancada.

202. Pero si no se pudiese dar salida á estas aguas por su situacion ó por el mucho coste que tendria el desagüe y el

terreno es predregoso, se puede recurrir á otro medio que es el de abrir una ó mas zanjas en la parte mas baja lo mas profundas y anchas que se puedan costear, y llenarlas de guijarro, piedra ó cascote (*) hasta unos dos pies del nivel del terreno, y llenando lo restante con la tierra sacada de la zanja se igualará con el restante terreno. El agua que se debia estancar, filtrándose por los dos pies de tierra pasará á los huecos que quedan entre las piedras, y dejará en seco el terreno superior. Para evitar que la tierra que arrastra el agua vaya rellenando los huecos que quedan entre las piedras se dará á la zanja algun declive para que el agua corra con alguna violencia, y antes de echar la tierra se pondrá sobre las piedras paja ó ramaje menudo.

(*) No se deberá comprimir la piedra ó cascote, pues cuanto mas en hueco quede tanto mas completo será el resultado.

CAPÍTULO X.

De los aforos y apeos.

203. *Aforar es determinar por medio de medidas esteriores la cantidad de líquidos ó árido que contiene una vasija, tinaja, cuba, monton &c.*

204. Para esto es indispensable saber qué cantidad del objeto que se trata de aforar entra en un pie cúbico, lo cual se verá fácilmente en la siguiente tabla de las materias mas comunes y de uso.

Tabla.

El pie cúbico de..	Agua.	*Contiene*	*47 cuart.*
	Vino ó vinag.	*Contiene*	*47 cuart.*
	Aguardiente.	*Contiene*	*47 cuart.*
	Leche, &c. .	*Contiene*	*47 cuart.*
	Aceite comu.	. . . pesa	43 lib.
	Id. de linaza.	. . . pesa	44 lib.
	Miel.	. . . pesa	68 lib.
	Azogue. . . .	. . . pesa	$637\frac{3}{4}$ lib.
	Cera vírgen.	pesa	$45\frac{1}{4}$ lib.
	Resina.	. . . pesa	$50\frac{1}{2}$ lib.
	Manteca. . . .	. . . pesa	44 lib.
	Sebo.	. . . pesa	$44\frac{1}{4}$ lib.
	Salitre.	. . . pesa	89 lib.

Cada 2 pies y medio de cualquier arido componen una fanega.

205. Teniendo conocimiento de esta tabla, la operacion del aforo se reduce á determinar por las reglas de la geometría y las que van á darse la capacidad interior del vaso, y multiplicar el número de pies cúbicos que salgan por el valor que señala la tabla á la materia que se afore. (*)

206. Cuestion 1.ª *Aforar un vaso ó tonel cilíndrico, es decir, igualmente ancho en toda su altura.* 83

Véase lo que tiene de altura, y sean 8 pies, mídase igualmente el diámetro de la boca, y sea de 5 pies rebajados los gruesos de las maderas ó barro. (**)

Hállese la superficie de un círculo de 5 pies (126. 7.ª) cuadrando el 5, multiplicando el cuadrado 25 por 11, y dividiendo el producto 275 por 14, y el resultado $\frac{275}{14}$ multiplíquese por la altura del vaso, que es 8, y se tendrá $\frac{275}{14} \times 8$, efectuando la operacion (49) resulta $157\frac{2}{14}$ pies cúbicos, que es la cantidad de líquido que cabe en el vaso.

(*) En los aforos de vinos es costumbre rebajar la cuarta parte de los pies cubicos de la vasija aforada por razon de las heces y espacio que se deja vacío para que no se derrame al fermentar.

(**) Todo aforo debe hacerse sin llevar en cuenta el grueso de las maderas ò barro pues solo se vá á aforar la capacidad interior de los vasos.

Si el citado vaso cilíndrico estuviese lleno de algun líquido, y se quisiesen reducir los $157\frac{2}{14}$ pies cúbicos á arrobas, se multiplicarán estos por 47 cuartillos (204), lo que dará $7385\frac{10}{14}$ cuartillos, que partidos por 32 cuartillos que tiene una arroba, resultan 231 arrobas, y sobran 12 cuartillos.

Si el vaso no estuviese lleno no se tomaría por altura los 8 pies del vaso, sino hasta donde llegase el líquido.

84 Cuestion 2. *Aforar una vasija ó tonel redondo que es mas ancho por un lado que por otro.*

Sean los diámetros de las bases el uno de 4 pies y el otro de 7, y la altura de la vasija de 9 pies rebajados gruesos.

1.° Hállese la superficie del círculo de 7 pies (126 7.ª), que es $38\frac{7}{14}$, y la del de 4, que es $12\frac{8}{14}$. Multiplíquense los $38\frac{7}{14}$ por los $12\frac{8}{14}$, y del produto 484 estraigase la raiz cuadrada (69), que es 22. Súmese este 22 con el $38\frac{7}{14}$ y el $12\frac{8}{14}$, y la suma $73\frac{1}{14}$ multiplíquese por 3, tercio de la altura y resultarán $219\frac{3}{14}$ pies cúbicos que contiene el vaso.

2.° De otro modo. Súmense los cuadrados 16 y 49 (65) de los diámetros con 28, producto de los mismos diámetros 4 y 7, y la suma 93 multiplíquese por 9

pies, altura de la vasija, lo que dará 837. Multiplicando este número por 11 y partiendo el producto 9207 por 42 (*) tendremos el cociente $219\frac{9}{42}$ pies cúbicos de la vasija.

Hallado el número de pies cúbicos se reducirán á arrobas como en el caso anterior. Asi si suponemos que estuviese el vaso lleno de miel, se multiplicarán los $219\frac{3}{14}$ pies cúbicos por 60 libras que pesa cada pie cúbico de miel, y el $13152\frac{38}{42}$ libras se partirá por 25, lo que dará 526 arrobas y $2\frac{38}{42}$ libras.

Cuestion 3. *Hallar la cantidad de lí-* 85
quido que contiene una cuba comun mas ancha por el medio que por los estremos.

Sea lo largo de la cuba de 10 pies, el círculo mayor ó de la barriga de 6, y los de la base y boca de 5 rebajados los gruesos de la madera.

Cuádrense los diámetros 6 y 5, y serán 36 y 25, dóblese el mayor, que es 36, y saldrán 72 que sumados con 25 dan 97. Multiplíquese este por lo largo de la cuba, que es 10 pies, y serán 970, se volverán á multiplicar por 11, y el producto 10670 se partirá por 42, resul-

(*) El multiplicar por 11 y partir por 42 se ha de hacer en todos los casos de esta especie y de las cuestiones siguientes.

tando $254\frac{2}{42}$ pies cúbicos que contiene la cuba.

Cuestion 4. *Aforar una cuba que no está enteramente llena.*

Si la cuba no estuviese llena, y está derecha, no se deberá tomar por altura los 10 pies que tiene la cuba, sino los que haya desde el fondo hasta donde llegue el género que se halle dentro, sea vino, aguardiente &c. Y si está tendida se aforará toda la cuba como si estuviese llena, y luego se rebajará la cantidad de líquido que prudentemente calcule el aforador, pues es muy largo y poco seguro el calcular lo que falta de la cuba.

86 Cuestion 5. *Medir la cavida de una tinaja cuyo círculo mayor tiene 7 pies de diámetro y la altura 9 rebajados gruesos.*

La tinaja puede ser panzuda ó ahusada, y aunque pocos autores ó ninguno hacen diferencia entre las dos, la hay muy considerable, como veremos.

Si es panzuda hállese la superficie del círculo de 7 pies(126. 7.ª), que es de $38\frac{7}{14}$ pies, los que se multiplicarán por los dos tercios de la altura 9, que son 6, y el producto 231 son los pies cúbicos que contiene la tinaja.

87 Si es ahusada, y se supone que el fon-

do tenga 2 pies de diámetro se aforará del modo siguiente. Cuádrese el diámetro mayor 7, se tendrá 49, y duplicándole 98; agréguese á esto el cuadrado del diámetro del fondo 2, que es 4, y el producto de los dos diámetros 7 y 2, que es 14, y sumará todo 116, cuyo número multiplicado por la altura 9 dá 1044. Por último, multiplíquese esto por 11, y el resulttado 11484 pártase por 42 y se tendrán $273\frac{18}{42}$ pies cúbicos que es la cavida de la tinaja próximamente. Digo próximamente porque la irregularidad de esta vasija no permite hallar su capacidad justamente, y asi el práctico aforador podrá añadir ó quitar al resultado la cantidad que juzgue conveniente segun la configuracion del vaso.

Si suponemos que los 231 pies de la 1.ª son de aceyte, y queremos reducirlos á arrobas, los multiplicaremos por 43 libras que pesa el pie cúbico de aceyte, y serán 9933 libras, que divididas por 25 dan 397 arrobas y 8 libras.

Cuestion 6. *Hallar la cantidad de lí-* 86
quido que hay en una tinaja que no 87
está llena.

Si la tinaja no estuviese llena se medirá toda por los métodos esplicados, segun sea panzuda ó ahusada, y despues

se medirá la parte que le falte. Asi si suponemos que el líquido llegase á la línea EF, mediremos ahora el espacio EGF del modo siguiente: sea el diámetro EF de 5 pies y la altura FG de 3. Hállese la superficie de un círculo de 5 pies de diámetro, que es $19\frac{9}{14}$ pies superficiales, los que multiplicados por los dos tercios de la altura 3 pies que son 2, nos dará $39\frac{4}{14}$ pies cúbicos de la parte EGF, que restados de los 231 que tenia toda la vasija resultan $191\frac{4}{14}$ pies cúbicos que contiene la tinaja.

Esto se hará siempre que lo que falte no llegue á la mitad de la tinaja, pues si solo hubiese una cantidad, como RST, entónces no se medirá lo que falta, es decir, la parte superior REGFS, sino la inferior RST, multiplicando la superficie del círculo correspondiente á RS por los dos tercios de la altura T V, y resultará la cantidad del líquido que tiene el espacio RST.

Si la tinaja fuere ahusada, y es la parte que falta menor que la mitad, se hará como en la panzuda; pero si fuese una parte mayor que la mitad, como por ejemplo si llegase el líquido á MN, se medirá la parte inferior MDN por los métodos esplicados en la cuestion 2.ª para

la medida de las vasijas mas anchas de un lado que de otro, tomando por diámetros el del fondo y MN, y por altura la PD.

Cuestion 7. *Hallar el número de pies cúbicos que contiene un monton circular de trigo ú otra semilla siendo el diámetro de la base de 8 pies y la altura de 5.*

Cuádrese el diámetro 8 y será 64. Multiplíquese este por la altura 5 y luego por 11, y partiendo el producto 3520 por 42 resultan $83\frac{34}{42}$ pies cúbicos que tiene el monton, y que se reducirán á fanegas partiendo por $2\frac{1}{2}$ pies cúbicos que tiene cada una lo que da $33\frac{11}{21}$ fanegas.

Si el monton fuese semicircular por estar apoyado contra la pared se medirá como en el caso anterior, y luego se tomará la mitad de los pies cúbicos que salgan, y asi entónces solo tendria $41\frac{38}{42}$ pies cubicos, ó $16\frac{32}{42}$ fanegas.

Cuestion 8. *Medir el número de pies cúbicos que contiene un monton prolongado de trigo ú otra semilla, su largo de 24 pies, la anchura de 7 y la altura de 6.*

Cuádrese la anchura 7 pies y será 49, que se multiplicará por la altura 6; el producto 294 multiplíquese por 11, y partiendo luego por 42 resultan 77 pies cúbicos. Réstense en seguida de los 24 pies

de largo los 7 de ancho y la resta 17 multiplíquese por los mismos 7 pies de y por la mitad de la altura 6, que es 3, y resultarán 357 pies cúbicos, que sumados con los 77 de antes dan 434 pies cúbicos que contiene el monton, y que se pueden reducir á fanegas como en la cuestion anterior, y serán $173\frac{3}{5}$ fanegas.

Si el monton estuviese apoyado en la pared se procederá como en el caso anterior, con sola la diferencia de que se ha de duplicar el primer resultado de pies cúbicos que sale, y asi suponiendo que el monton tiene las mismas dimensiones que el anterior, en lugar de decir 77 pies se contarán 154, los que se sumarán luego con los 357, y la suma 511 son los pies cúbicos pedidos.

Cuestion 9. *¿Cuánto se ha de dar de largo á un estanque rectangular que tiene 8 pies de profundidad y 25 de ancho para que contenga 1600 pies cúbicos de agua?*

Multiplíquese 8 y 25, divídanse los 3200 pies por el producto 100, y el cociente 32 son los pies que se han de dar de largo al estanque.

Cuestion 10. *Se ha de construir un estanque que pueda contener 27000 pies cúbicos de agua, y cuyo largo, ancho y profundo sean iguales.*

Estráigase la raiz cúbica (74) de 27000, y el resultado 30 pies es la longitud que ha de tener cada dimension.

Cuestion 11. *Un sugeto tiene en su jardin un estanque cuadrilátero, cuyo fondo contiene 848 pies cuadrados: quiere formar otro estanque circular de igual capacidad: ¿qué diámetro le ha de dar?*

Se sabe y se halla segun la cuestion (126. 7.ª) que á un círculo de 14 pies de diámetro le corresponden 154 pies superficiales. Cuadrando el 14 se tendrá 196. Despues se dirá 154 pies superficiales que tiene un círculo, cuyo diámetro es 14 pies, es á 196 cuadrado de su diámetro 14, como 848 píes superficiales que ha de tener el círculo que se pide, es á el cuadrado del diámetro que se busca, es decir, 154:196::848 : 1079, de cuya cantidad se estraerá la raiz cuadrada (69), que es 33 poco menos, y este es el número de pies que ha de tener el diámetro del estanque circular.

Cuestion 12. *Se quiere construir un estanque circular que tenga 5 pies de profundidad, y que pueda contener 5390 pies cúbicos de agua: ¿qué diámetro se ha de dar al estanque?*

Divídanse 5390 por 5 pies que ha de tener de profundo, y resultará el cocien-

te 1078. Hállese á qué diámetro corresponden 1078 pies superficiales como en la cuestion anterior, y será 154 : 196 : : 1078 : 1372, y estrayendo la raiz cuadrada de este número resultarán $37\frac{3}{75}$ (71. 6.°) próximamente, que es el diámetro pedido.

Cuestion 13. *Un sugeto desea cercar una huerta que tiene: le piden á $\frac{1}{2}$ real por cada pie cúbico de fábrica, y desea saber cuánto le costará, en la inteligencia que la cerca ha de tener de largo 640 pies, de grueso $1\frac{1}{2}$, y de alto 10 pies.*

Multiplíquense 640, $1\frac{1}{2}$ y 10, y el producto 9600 es el número de pies cúbicos que contendrá la cerca; multiplicándolos ahora por $\frac{1}{2}$ real que cuesta cada uno, resultan 4800 rs., coste de la cerca.

Cuestion 14. *Se quiere formar un solar cuadrado que contenga 6400 pies superficiales.*

Estráigase la raiz cuadrada de 6400, que es 80, y éste es el número de pies que se ha de dar de lado al solar.

Cuestion 15. *¿Cuántas losas de piedra de $2\frac{1}{2}$ pies en cuadro se necesitan para enlosar una pieza que tiene 450 pies superficiales?*

Divídanse 450 por el cuadrado de $2\frac{1}{2}$ ó de $\frac{5}{2}$, que es $\frac{25}{4}$, y el cociente 72 es

el número de losas que se necesitan.

Cuestion 16. *Una sala está embaldosada con losas de $2\frac{1}{2}$ pies en cuadro, y contiene 340 de ellas: ¿cuántos pies superficiales tiene la sala?*

Cuádrese $2\frac{1}{2}$ ó $\frac{5}{2}$, y el cuadrado $\frac{25}{4}$ multiplíquese por 340, y el producto 2125 es el número de pies cuadrados que tiene la sala.

Cuestion 17. *Hallar el volúmen y peso de una piedra de molino de 4 pies de diámetro y $1\frac{1}{2}$ de altura.*

Hállese la superficie de un círculo de 4 pies de diámetro, que segun lo dicho (126. 7.ª) es $12\frac{8}{14}$ pies, que multiplicados por los $1\frac{1}{2}$ pies de altura dan $18\frac{24}{28}$ pies cúbicos, y como cada uno de los de esta clase de piedra pesa proximamente 200 libras, multiplicando por este número los $18\frac{24}{28}$ dan $3771\frac{12}{28}$ libras, que es el peso de la piedra.

De los apeos.

207. *Apear una tierra* es señalar sus lindes con mojones, cotos &c.

208. Toda tierra debe tener sus límites que la separen de las inmediatas. Estos límites son arbitrarios, y á veces

convencionales, pues unos usan de mojones ó cotos compuestos de un monton de tierra ó de una piedra, que colocan en cada ángulo ó revuelta de la tierra: otros se contentan con formar un simple surco, de donde resulta que el vecino de mala fé allana el mojon de tierra, le muda de un parage á otro si es de piedra, por ser esta pequeña, ó borra el surco que separa su propiedad de la agena, y se va introduciendo en ella, mayormente si el dueño de esta no cuida sus intereses, está ausente &c.; de modo que la tierra de este va desapareciendo insensiblemente hasta no quedarle nada, y entonces suele reclamar su descuidada propiedad, metiéndose en gastos y pleitos que pudiera haber ahorrado valiéndose de mojones de gruesas piedras, ú de otro arbitrio que asegurase su posesion.

209. Las heredades pueden cerrarse con pared de cal y canto ó ladrillo, lo que solo tiene lugar en las posesiones de poca estension ó de ricos hacendados.

Con pared de canto y barro ó de canto en seco se pueden cerrar las posesiones que se hallen en terreno pedregoso.

Tambien se pueden cercar con tapia de tierra, bien vaya mezclada con céspe-

des cortados en los prados húmedos, ó bien sea de tierra sola.

Pero los cerramientos ó lindes mas comunes se hacen con zanjas, zanjas y vallados, surcos, lindazos, setos de rama seca ó verde, rebozos y mojones.

La zanja consiste en un fosillo de anchura y profundidad arbitraria cavado al rededor de la posesion.

La zanja y vallado consiste en una zanja como la anterior, y en que se ha formado con la tierra sacada un lomo ó vallado hácia la parte interior de la heredad. A veces no es seguida la zanja, sino que se abren zanjillas de dos ó tres varas de largo, y en los trechos que quedan entre cada dos se forma una loma con la tierra escavada.

Los surcos son los peores cerramientos, pero los mas comunes. Se forman con un surco que se hace todo al rededor de la posesion, y que no ofrece dificultad ninguna para pasar ni para mudarle.

Los lindazos consisten en unos espacios de dos ó mas cuartas que se dejan sin arar al rededor de la posesion, y en los que creciendo la yerba espontáneamente sirve para separar la heredad de las demas. A veces se elevan los linderos uno ó dos pies mas que el terreno inmediato.

Los setos de rama verde consisten en un plantío de zarzas, espinos, sauces ú otro arbusto que cerca la heredad. Los de rama seca se hacen con unas estacas clavadas en tierra y entretegidas con ramas, fagina, mimbres ú de otro modo.

Los rebozos consisten en los sarmientos de las plantas linderas de una viña que se atan para indicar se respete la posesion.

Los mojones son unos montones de tierra, ó una piedra grande que se coloca en cada ángulo ó revuelta de la posesion: debajo se suelen echar algunas espuertas de guijo ó escorias de hierro.

210. En las escrituras se deben anotar las fanegas que contiene la tierra, las distancias respectivas que hay de un mojon ó ángulo de ella á otro, medidas con la escrupulosidad posible: ademas la cabida de fanegas y celemines de las tierras contiguas, con espresion de su situacion al norte ó mediodia, oriente ó poniente, para poder deducir de dicha escritura la cantidad y situacion de la tierra, en caso de que el tiempo, la mala fé ú otro accidente borren los límites de ella; y no estará por demas el que á la escritura acompañe el plano de dicha posesion hecho por un agrimensor del modo que se dijo (cap. 7.°), lo que es sumamnnte ven-

tajoso, pues en él se ve la figura de la heredad, y su situacion con respecto á los objetos inmutables, como son rio, arroyo, casa, cerro &c., como tambien su distancia á estos objetos.

211. Mas á pesar de estas precauciones, uno de los puntos mas árduos de la agrimensura es determinar los límites de una tierra borrada por el tiempo; pues aunque parece que todo consiste en medir las tierras adyacentes, y agregar á la tierra que se va á determinar los escesos que tengan sobre lo que las señala la escritura, puede tener esto sus inconvenientes. 1.° Que estas tierras fuesen mal medidas al formar la escritura. 2.° Que aun cuando lo esten bien, pueden haberlas robado por el lado opuesto alguna parte que compense lo que se hayan entrado en los límites de la tierra de que se trata, y entonces saldrá la tierra con tantas fanegas (y acaso menos) como cuenta la escritura. 3.° Que ninguno de los dueños de las tierras vecinas quiere ceder de su parte, ni pasar por el usurpador, de donde nacen pleitos y contiendas.

212. Todo esto ejercitará la prudencia del agrimensor, quien podrá tal vez con su cordura atajar el daño, dejando á todos contentos. Pero prescindiendo de es-

tos inconvenientes, pasemos á ver cómo podrá manejarse en la determinacion de una tierra, suponiendo que las adyacentes están bien medidas y amojonadas por los lados opuestos.

62 213. Cuestion 1.ª *Determinar una tierra de 5 fanegas que se halla entre las otras tres M, N, P, tales, que N contiene 9 fanegas, M $8\frac{1}{2}$, y P 13 y 2 celemines.*

Mídanse las tierras M, N, P segun el estado en que se hallan, y supongamos que N contiene 9 fanegas y 7 celemines, M 10 fanegas, y P 13: resulta que la tierra N tiene 7 celemines de mas, M $1\frac{1}{2}$ fanega tambien de mas, y P 2 celemines de menos; con que quitando á la tierra N el pedazo *t* de 7 celemines, á la tierra M la parte *s* de $1\frac{1}{2}$ fanegas, y añadiendo á P la parte *o* de 2 celemines, se tendrá la tierra *sto*, que es la pedida, y que medida contendrá las 5 fanegas.

214. En estos casos siempre convendrá que acompañen al agrimensor sugetos que hayan trabajado la tierra que se ha de apear ó las inmediatas, á cuyos conocimientos, agregadas las medidas del agrimensor, podrá arreglarse el asunto amigablemente entre los interesados, evitando el gasto de autos, cada uno de los cuales costará mucho mas que algunos

estadales de terreno que se pueden atravesar.

Todo lo que dejamos dicho acerca de apear, lindar y amojonar una posesion debe entenderse tambien para el término de un pueblo.

CAPÍTULO XI.

De algunos otros conocimientos curiosos y útiles al labrador y agrimensor.

Cuestiones sobre la medida de distancias inaccesibles.

215. Cuestion 1.ª *Tirar en el terreno una perpendicular sin necesidad de cartabon.*

Tómese una cuerda de algo mas de 12 pies, y mídanse en ella 3, 4 y 5 pies, haciendo un nudo ó lazada en el punto en que acaba cada medida, de modo que se pueda meter en cada uno de ellos una estaquilla ó baston bien derecho.

Sea la línea AB á la que se quiere le- 88
vantar la perpendicular en el punto A: fíjese bien á plomo en este punto el bastoncillo que está entre las partes 3 y 4, de modo que el lado de 4 pies A*n* quede en la línea AB; póngase el otro bastoncillo en el nudo *m*, de modo que que-

den bien tirantes las partes *Am* y *mn* de la cuerda, y la visual AR que se dirija por los puntos A y *m* es la perpendicular propuesta.

88 Cuestion 2. *Tirar en el terreno una paralela á una línea AB á 20 varas de distancia.*

Despues de levantada en la AB una perpendicular AR, como acabamos de decir, mídanse en ella desde A 20 varas, que supongamos llegan á S. Levántese en este punto con la misma cuerda la perpendicular SC, y esta es la paralela propuesta.

89 Cuestion 3. *Medir un terreno ACFHL con la misma cuerda.*

Imagínese una línea AF, y vályanse levantando por las reglas anteriores las perpendiculares BM, NL, CP &c. que pasen por los puntos mas notables B, C, D &c., y midiendo las distancias AM, MN, NP, igualmente que las MB, NL &c., se hará lo mismo que dijimos en la cuestion 7 del capítulo 6.° (149).

90 Cuestion 4. *Medir una distancia AB de la que solo podemos llegar á un estremo B, como es la anchura de un rio, canal, pantano &c.*

Prolónguese la línea AB, y mídase una parte BC que sea de 50 pies. Leván-

tese en B una perpendicular en que se tomará la cantidad que se quiera, por ejemplo 80 pies hasta E. En C se levantará otra perpendicular, la que se llevará hasta que encuentre á la visual AE en D, y mídase la CD, que sea de 10 pies. Diremos por regla de tres 20 pies, diferencia que hay entre las perpendiculares CD y BE, es á 80 pies que tiene la menor, como 50 pies que hay de una á otra es á la distancia pedida BA, esto es (85), 20: 80:: 50: 200 pies que hay desde A á B.

Cuestion 5. *Medir la anchura de un rio* 91
AB con dos bastones desiguales.

Clávese bien á plomo el baston menor en la orilla B, y el otro CD váyase separando hasta que por su parte superior D y el punto E del otro se vea el punto A, y mídase la distancia CB, que sea de 32 pies. Dígase luego la diferencia de la altura de los dos bastones, que sea de 2 pies, es á la altura del menor EB, que sea de 4 pies, como la distancia CB, que son 32 pies, es á la anchura del rio, es decir, 2: 4 :: 32: 64 pies que tiene la AB.

Cuestion 6. *Medir lo que distan dos ob-* 92
jetos A y B á los que no se puede llegar por haber un rio, mar, ú otro obstáculo de por medio.

Imagínese una línea ACD en tal situacion, que se la pueda levantar una perpendicular CB, que pase por el otro punto B. Mídase desde C cualquier número de varas, por ejemplo 100, hasta D, y diríjase la visual DB. Levántese en F, por ejemplo á 20 varas de D, una perpendicular que se irá midiendo hasta encontrar á la visual DB en G, y sea FG de 58 varas: diremos (91) FD ó 20 varas: FG ó 58:: CD ó 100.: 290, valor de CB.

Prolónguese la BC hasta medir otra cantidad CH de otras 100 varas por ejemplo, y diríjase la visual HA. A 20 varas por ejemplo de H, levántese y mídase como en el caso anterior la perpendicular YL, y dígase:

HY ó 20 varas: YL, que sea de 62 varas:: HC ó 100: 310, valor de CA.

Cuádrense los resultados 290 y 310, súmense los cuadrados 84100 y 96100, y de la suma 180200 estráigase la raíz cuadrada, y saldrán $424\frac{1}{2}$ varas que hay desde A á B.

93 Cuestion 7. *Hallar con dos bastones la altura de un edificio, torre, ú otro objeto elevado AB.*

Clavese el baston mayor DC bien á plomo en un punto D á alguna distancia de AB, y el otro menor FE en un punto

E, tal que por las dos cabezas F y C se vea el punto A, y mídanse las dos distancias ED, que sea de 20 pies, y EB de 500, y dígase, la distancia ED de 20 pies, es á la diferencia de los dos bastones que sea $2\frac{1}{2}$ pies por ejemplo, como, EB, que es 500 pies, es á la altura, es decir (91), $20 : 2\frac{1}{2} :: 500 : 62\frac{1}{2}$ pies, á los que se añadirá la altura del baston menor, que sea por ejemplo de 3 pies, y será $65\frac{1}{2}$ pies la altura de AB.

Cuestion 8. *Medir el edificio AB con solo un baston FE.* 93

Clávese este bien á plomo en un punto cualquiera E, y búsquese un punto H en el terreno, tal que por H y F se vea el punto A. Mídanse luego las HE, que sea de 3 pies, la HB, que sea de 60, y el baston EF, que tenga 5 pies, y diremos HE ó 3 pies : FE ó 5 pies :: HB ó 60 : 100 pies, que es la altura de AB.

Tambien se puede hallar por medio de la sombra, clavando el baston EF á plomo, y midiendo lo largo de la sombra GF del baston, igualmente que la del edificio CB, y diciendo: la sombra GF del baston que sea de 4 pies, es á la altura del baston 5 pies, como la sombra CB, que sea de 80 pies, es á la altura pe- 94

dida, esto es: 4 pies: 5 :: 80: 100 pies, altura de AB.

Cuestiones sobre la reduccion de líneas y superficies á una situacion horizontal.

216. En el tratado de valuacion de terrenos (163) hemos manifestado que la estension superficial de una heredad situada en la falda de un cerro no se debia apreciar por la que aparecia á la vista, sino por la que tendria estando horizontal; puede por consiguiente ocurrir que en alguna ocasion tenga el agrimensor que reducir la superficie de un terreno en declive á su verdadera estension horizontal, lo que se hará del modo siguiente:

61 Cuestion 1.ª *Dada una línea AB en un terreno inclinado hallar el valor de su horizontal AC.*

Mídase y nivélese la AB y tenga de largo 425 varas, y resulte de la nivelacion que el punto B está 58 varas mas alto que A. Cuádrense los números 425 y 58, y réstense sus cuadrados 180625 y 3364, y estrayendo la raiz cuadrada (70) de su diferencia 177261, tendremos 421 pies que tiene la horizontal AC (*).

(*) Esta cuestion puede aplicarse á los casos en

Si la nivelacion estuviese espresada en pies habria que reducir las 425 varas tambien á pies.

Cuestion 2. *Dada una heredad triangular DFE situada al pie de un cerro, de modo que la parte F es la mas elevada, y el terreno va bajando hácia DE, hallar su superficie horizontal.* 10

Imagínesè la altura FG, hállese el valor de su horizontal (cuest. ant.), y multiplicando esta por la mitad de la horizontal de la base DE (126. 1.ª) se tendrá la superficie del triángulo horizontal.

Cuestion 3. *Hallar la estension horizontal de una heredad rectangular MNL, tal que el punto L es el mas elevado y el terreno va bajando hácia M.* 14

Hállense las horizontales de los lados MN, NL, y multiplicándolas una por otra el producto será la superficie horizontal.

Cuestion 4. *Hallar la superficie horizontal de un trapecio AMNL, tal que la parte AM está mas elevada que la NL.* 17

Hállense las horizontales de las AL y

que se trata de abrir cañerías, minas, &c., como por ejemplo, si quisiésemos saber cuántas varas tendria una mina que debiese ir por dentro de un cerro desde el punto A hasta encontrar el pozo BC conociendo la línea esterior AB.

MN, súmense, y la mitad de su suma, multiplicada por la horizontal de GH, dará la superficie horizontal pedida (126. 3.)

Idea de algunos instrumentos cuyo conocimiento interesa al labrador.

217. La tierra está rodeada por todas partes de cierta cantidad de aire, que segun muchos se eleva hasta unas 90000 varas sobre la tierra, constituyendo lo que comunmente llamamos *atmósfera*, sin la cual no puede vivir ningun ser animal ni vegetal.

218. La atmósfera es el depósito de todos los vapores y exhalaciones de los objetos que pueblan la tierra y el mar. Ella es la que conduce las nubes de un punto á otro, ella es el centro donde se forman la lluvia, el granizo, la nieve, el rocío &c. &c., que tantas ventajas traen al labrador, abonándola con las partículas estrañas que arrastra la lluvia, destruyendo los insectos &c.

219. No debe ser por consiguiente tan indiferente al labrador saber el estado en que se halla la atmósfera, para poder arreglar con acierto las operaciones del cultivo, y asi debe tener algun cono-

cimiento del *barómetro.*

220. Llámase asi un instrumento compuesto de un tubo ó cañoncillo de cristal de una vara de largo cerrado por un estremo, y que lleno de azogue se ha metido por el otro estremo abierto en un vasito ó cubeta, tambien con azogue, sujetándolo todo á una escala dividida en pulgadas y líneas (*) que sirven para conocer lo que el azogue sube ó baja dentro del cañoncillo.

Dos cosas hacen subir ó bajar el azogue: 1.° el estado de la atmósfera segun esté despejada ó cargada: 2.° la altura á que se halla el punto sobre el nivel del mar.

221. Cuando el azogue sube, estando fijo el barómetro en un mismo lugar, indica que se prepara un tiempo claro, constante y seco. Si baja anuncia llubias, nieves, vientos ó tempestad. Pero aunque los barómetros llevan por lo regular anotado en la escala el tiempo que hará á cada una de las respectivas alturas á que puede llegar el azogue, estas notas solo sirven para el punto en que está arreglado el barómetro; pero si se traslada

(*) Estas son comunmente francesas, aunque las pulgadas y líneas españolas son cuando menos tan á propósito como aquellas.

á otro, ya es preciso que el que le use observe á qué altura se halla en varios dias claros, y si viese que en la mayor parte de ellos llega el azogue á 26 pulgadas y 8 líneas, por ejemplo, escribirá *claro* (*) en aquel punto á que ha visto llegar en dichos dias el azogue: 4 líneas mas arriba pondrá *constante*, otras 4 líneas mas arriba escribirá *seco*, y á la parte inferior de las 26 pulgadas y 8 líneas pondrá 4 líneas mas abajo de donde puso claro, *variable* ó *revuelto*; 4 líneas mas abajo *viento* ó *lluvia*, otras 4 *gran llubia*, y otras 4 en seguida *tempestad*. Asi cuando vea que el azogue se va acercando á alguno de estos puntos marcados, vendrá en conocimiento del tiempo que se prepara con bastante anticipacion.

222. Todos saben que los terrenos elevados son mas frios que los bajos, y dependiendo el cultivo de casi todas las plantas de la temperatura, pues unas piden terrenos cálidos, otras templados, y algunas frios, no debe el labrador ignorar la altura respectiva á que se hallan sus diferentes posesiones para aplicar á cada una las plantas que le sean mas análogas. Esto se consigue por medio del barome-

(*) Antes de escribirlo debe hacer muchas observaciones, pues no bastan una ni dos.

tro. Para esto se traslada en un dia claro y al rededor del medio dia al punto cuya altura quiere determinar, observando antes la altura á que estaba el azogue en el parage de donde sale á hacer la observacion. Lleva el instrumento al punto que quiere, y mira si el azogue subió ó bajó. Supongamos que subió, es indicio que este punto está mas bajo que aquel de donde salió, y si bajó es señal de que está mas alto; dando por cada línea que haya bajado ó subido el azogue 88 pies castellanos, tendrá próximamente lo que el punto está mas bajo ó alto. Asi, si el azogue bajó 2 líneas, dice que este segundo parage está 2 x 88 ó 176 pies mas alto que el anterior, y si el azogue hubiera subido las dos líneas, estaria 176 pies mas bajo (*).

223. Si se quiere saber la altura que tiene un punto de la tierra sobre el nivel del mar, se verá en un dia claro cuántas líneas está el azogue mas bajo que 28 pulgadas y 2 líneas, y multipli-

(*) Hay otros métodos que dan estas alturas con mas exactitud, aunque este tiene la suficiente para el caso de que se trata: solo advertiremos que si el barometro estuviese dividido en pulgadas y líneas españolas se multiplicaria por 75 pies, en lugar de hacerlo por 88.

cando las líneas que resulten por el 88, saldrán los pies que está mas alto que el mar el punto en que se hizo la observacion: asi si fuesen 15 las líneas, la altura será 15 × 88, esto es, 1320 pies mas elevado que el mar próximamente.

224. Para conocer los grados de frio ó calor que se esperimentan hay otro instrumento llamado *termómetro*, que consiste en un tubo ó cañoncillo muy estrecho de cristal, en uno de cuyos estremos se ha formado una bolilla hueca tambien. Se ha llenado despues la bolilla y parte del cañoncito de azogue, cerrando (despues de estraido el aire) el otro estremo. El azogue encerrado se dilata ó aumenta con el calor y sube, y con el frio baja, y para calcular lo que sube y baja lleva una escala divida comunmente en 80 partes ó grados encima de cero, y 10, 20 ó mas debajo. Cuando el azogue baja á cero denota heladas, que serán tanto mas fuertes cuanto mas baje: á los 4 grados bajo de cero se hielan los estanques y lagunas 6 ú 8 dedos, y á los 6 grados los rios y aguas corrientes. Desde cero hácia arriba va indicando tanto mas calor cuanto mas suba el azogue.

225. Los termómetros hechos en un parage sirven para todos.

226. Lo mas ó menos húmedo del aire se calcula por medio del *higrómetro.*

227. Este instrumento ya esté hecho de un cabello que alargándose ó encojiéndose indique por medio de una manecilla los grados de humedad ó sequedad del ayre, ó ya de una vejiga de raton llena de azogue y atada á un tubo por el que subiendo el azogue indica sequedad, y bajando humedad, es muy útil para arreglar algunas operaciones del cultivo que exijen se hagan en tiempo seco ó húmedo.

228. Tampoco es menos útil conocer la cantidad de lluvia que cae al cabo del año en un parage; esto se conoce por medio de un *pluviómetro* que consiste en una caja de hoja de lata barnizada, y de un pie en cuadro de estension, la cual se coloca en un terreno enteramente libre para que cuando llueva pueda recibir toda el agua que corresponda á su estension. Despues que ha llovido se echa el agua que ha recojido en unas vasijas de cristal con tapon bien ajustado de lo mismo. Al cabo del año se echa esta agua recojida en la caja, y se ve á qué altura sube, y se tiene la cantidad de lluvia que ha caido en un pie cuadrado durante un año.

229. Por varias observaciones se ha

reconocido que en un año medio sube á 30 pulgadas de altura el agua que cae en lluvia, aunque esto no es general.

230. Ojalá que los hombres llegasen á convencerse de las utilidades que ocasionaria á la agricultura la observacion repetida de estos instrumentos, y que viniesen á concebir la fundada esperanza de lograr por este medio un conocimiento de lo que debia dar de sí cada año segun se presentase. Entonces tratarian de suplir con el cultivo lo corto de las cosechas el año que supiesen debia ser estéril; dedicarian á otra semilla las tierras cuando supiesen que el año que iba á empezar no era favorable á la que se queria sembrar &c.; y asi como el astrónomo prevee los eclipses, las lunaciones y demas fenómenos celestes, el agricultor preveeria el año abundante, el estéril, el lluvioso, el seco &c. ¿Por qué no debemos sospechar y tratar de averiguar si asi como la naturaleza guarda sus constantes períodos en muchas de sus obras, procediendo con un órden invariable, le guarda tambien en que las lluvias, nieves, vientos, sequías &c. sucedan al cabo de algunos años en los mismos dias y en iguales circunstancias que en los años anteriores?

CAPITULO XII.

Breve idea acerca de las máquinas y modo de apreciar sus efectos y los de los agentes que las mueven.

231. Todo cuerpo se mantiene en reposo ó quieto siempre que alguna causa estraña no le ponga en movimiento. Esta causa, sea la que quiera, es la que se llama *fuerza* ó *potencia.*

232. La fuerza es tanto mayor cuanto mas pesado es el cuerpo que mueve, y mayor la velocidad que le comunica. Asi una caballería que conduce 12 arrobas y que anda 60 varas por minuto, emplea mas fuerza que otra que conduce las 12 arrobas, pero que no anda mas que 30 varas por minuto. Luego se graduará la fuerza por el producto del peso por el número de varas andado en un cierto tiempo, y tendremos esta regla de tres, la fuerza de la 1.ª caballería es á la de la 2.ª : : $12 \times 60 : 12 \times 30$, ó multiplicando : : 720 : 360 (*).

233. Del mismo modo la fuerza que hacen dos hombres de los que el uno car-

(*) Estos números no se deben tomar como es-

gado con 6 arrobas anda 40 varas por minuto, y el otro con 8 arrobas anda en el mismo tiempo 25 varas, serán fuerza del 1.° : fuerza del 2.° : : 6 × 40 : 8 × 25, ó multiplicando: : 240 : 200, donde vemos que aunque el 1.° lleva solo 6 arrobas hace mas fuerza para andar las 40 varas por segundo, que el otro que lleva 8 arrobas, y que solo anda 25 varas.

234. De aqui resulta que estando espresada la fuerza de uno de los dichos hombres por 6 arrobas × 40 varas, al resultado nos da 240, y como este 240 resultaria tambien si condujese solo 3 arrobas, y anduviese 80 varas por segundo, pues 3 × 40 da 240, vemos que se puede aumentar la velocidad disminuyendo el peso, ó aumentar el peso disminuyendo la velocidad, pues tambien podria llevar 12 arrobas caminando solo 20 varas por minuto.

235. *Los instrumentos* ó *máquinas* de que el hombre se vale para producir un efecto mayor que el que pudiera por sí solo son muchas, pero las mas sencillas y usuales son la *palanca*, la *garrucha*, el

presiones de las arrobas que mueven las caballerías, sino como cantidades que nos muestran que la primera caballería tiene doble fuerza que la segunda, pues vemos que el 720 es el duplo de 360.

torno, la *cuña*, la *rosca*, el *plano inclinado* y las *ruedas dentadas*.

236. Ninguna máquina es capaz de aumentar la fuerza del agente que la pone en movimiento; lo único que se consigue por medio de ella es aumentar el peso á costa de la velocidad, ó la velocidad á costa del peso. Asi si un hombre levanta sin máquina alguna en 8 minutos una piedra de 6 arrobas á una altura cualquiera; por medio de una máquina podrá levantar una piedra de 12, 18 arrobas; pero tambien empleará 16, 24 &c. minutos, perdiendo en velocidad lo que ha ganado en peso (234).

237. La palanca es una barra de hier- 95
ro ó madera fuerte AB, que se usa para mover ó levantar un gran peso como D, para lo cual se mete un estremo de la palanca debajo del peso D, se pone un punto de apoyo como una piedra ó madero en C, y haciendo fuerza para que baje el estremo B se logra que suba el peso D.

238. En esta máquina se necesita tanta menos fuerza para mover á D cuanto la parte CB es mas larga que CA. Asi si D pesa 20 arrobas y se quiere sostener con una fuerza de una arroba sola se pondrá el punto de apoyo C, de mo-

do que la parte CB sea 20 veces mayor que AC (*). De modo que siendo la parte CB muy larga, se podrán contrapesar grandes masas; y si las AC y CB son de igual largo para sostener las 20 arrobas que pesa D, habrá que hacer un esfuerzo de otras 20 arrobas en B.

96 239. A veces se pone la palanca de modo que el apoyo está en el estremo A, y el cuerpo D que se ha de mover en C. En este caso se sostendrá el peso D con tanta mas facilidad cuanto mas corta sea la parte AC y mas larga la CB, á cuyo estremo B se ha de aplicar la fuerza que haya de sostener el peso D.

Algunas veces se hace uso de palancas angulares ó curvas, pero los efectos son los mismos que los de las rectas.

240. A la palanca se refieren una multitud de intrumentos del mayor uso. Las tenazas, tijeras, pinzas &c. son combinaciones de dos palancas. Los remos, el cuchillo de panadero, los fuelles &c. son tambien palancas.

La *balanza* de que se hace uso para pesar las mercancías, es una palanca de brazos iguales, por lo que para sostener

(*) Esto se entiende para sostenerle, pues para levantarle seria preciso que el brazo CB fuese algo mas de 20 veces mas largo que AC.

una libra en uno de los platillos se necesita otra libra en el otro.

La *romana* al contrario, como tiene el brazo á que se aplican los géneros que se quieren pesar mas corto que el otro en que se pone el pilon, con uno de estos que pese 1 ó 2 libras se pueden pesar 5, 6 ó mas arrobas segun se vaya desviando el pilon de la caja del fiel.

241. La garrucha ó polea es un cilin- 97
dro A de madera ó metal, en cuyo canto ó grueso hay un carril ó rebajo por donde se mete una cuerda. La garrucha va sostenida por una caja que remata en un gancho que sirve para colgarla: á un estremo de la cuerda se sujeta el cuerpo D que se quiere elevar, y tirando por el otro estremo E se hace subir el peso.

Esta máquina no ayuda nada á la potencia, pues siendo los radios AB y AC iguales, no es en rigor mas que una palanca BC de brazos iguales cuyo apoyo está en A, luego para levantar el peso D de 20 libras es preciso hacer en E una fuerza de algo mas de otras 20: y asi la única ventaja que tiene es facilitar la situacion, pues todos saben cuánto mas cómodo es sacar el agua de un pozo con garrucha que á brazo, aunque en el primer

caso haya que hacer alguna mas fuerza por razon del roce.

98 242. Pero si la garrucha se usa de modo que tirando de la cuerda por un estremo A y estando el otro B atado á un clavo ó punto fijo vaya subiendo la garrucha con el peso, entonces como el clavo B sostiene la mitad del peso D que sea con garrucha y todo de 40 libras con poco mas de 20 libras de esfuerzo en A, se podrá subir el cuerpo D. En este caso se dice que la garrucha es *móvil.*

Combinando varias garruchas unas fijas y otras móviles se tendrá lo que se llama *trócula* ó *aparejo*, cuya máquina favorece estraordinariamente á la potencia, como es fácil conocer, advirtiendo que una sola polea móvil ha reducido á casi la mitad el esfuerzo que hay que hacer para subir 40 libras, por consiguiente dos poleas móviles le reducirian á la cuarta parte, tres á la sesta, cuatro á la octava &c.

99 243. El torno es un cilindro AB que lleva dos espigas A y B que entran en dos agujeros hechos en los postes ó pilares D y E. Por medio de unas palancas F y G se hace dar vueltas al cilindro y que se vaya arrollando en él una cuerda H á la que se ata el peso Y que se quiere subir. A veces lleva en lugar de pa-

lancas una rueda, ó un manubrio ó cigüeña L.

En cualquier caso cuanto mas larga sea la palanca ó el radio de la rueda ó el del manubrio, y mas delgado el cilindro tanto mas favorecida quedará la potencia, asi si el cilindro tiene un palmo de radio (es decir 2 de grueso) y la palanca F 12 palmos, con un esfuerzo de poco mas de una arroba aplicado en G, se levantarán 12 arrobas en Y.

244. El torno se suele usar tambien 100
para conducir grandes pesos: entonces se coloca como se vé y se llama *cabrestante*; pero para el esfuerzo que hay que hacer es lo mismo que en el caso anterior. Combinando un torno con una trócula se tiene la máquina llamada *cábria.*

245. La cuña es un pedazo de made- 101
ra ó hierro A con un corte, por medio del cual y á fuerza de golpes de martillo ó mazo se introduce en el objeto CDE que se quiere rajar ó romper con ella. La fuerza que hay que emplear para esto es bien dificil de calcular, no obstante será tanto menor cuanto mas estrecha sea la cuña, y menor el trecho EF que quede por rajar.

A la cuña se refieren todos los instrumentos cortantes y punzantes, como cu-

chillos, sierras, escoplos, punzones &c.

102 246. La rosca es un cilindro AB, en cuya superficie se ha tallado un rebajo en forma de *espiral* ó *caracol*, y que entra en otra pieza CD llamada *tuerca* por medio de un agugero que tiene otro rebajo inversamente tallado que el del cilindro. Lleva la rosca unas palancas F como el torno para hacerle dar vuelta é irle introduciendo por la tuerca logrando de este modo comprimir cualquier objeto E que se ponga en B, que es el uso principal que tiene en la agricultura; empleándole para prensar la aceytuna, la uva &c., y que se usa, ya en una situacion, ya en otra.

Tanto mas efecto se conseguirá con esta máquina cuanto estén mas inmediatos los filetes ó talladuras *a*, *b*, *c*, &c. y sea mas larga la palanca F. Los efectos de esta máquina son muy poderosos, pero téngase cuidado de que la tuerca CD esté bien asegurada, pues tanto empuje como hace contra E hace igualmente contra CD (*).

103 247. El plano inclinado es una má-

(*) Esta máquina se emplea tambien para acuñar moneda, levantar grandes pesos &c.; y en pequeño bajo el nombre de *tornillos* para asegurar unas con otras las piezas de una máquina.

quina destinada á conducir grandes pesos de un punto inferior á otro mas alto. Consiste en una rampa formada de tablas ó maderos, y á veces de tierra, por la que se hace correr el cuerpo que se quiere subir. La posicion mas ventajosa que puede tener la potencia es cuando impele ó tira del cuerpo en una direccion paralela al plano inclinado, en cuyo caso podrá subir tanto mas peso cuanto mas larga sea la rampa y menor la altura á que se ha de trasladar el cuerpo.

248. Las ruedas dentadas son unos cilindros de madera AB que dan vuelta al rededor de su eje C, y que en su grueso ó canto llevan unos espigones ó dientes *m*, *n*, *p*, *q* &c. que engranan con los de otra rueda menor D llamada *piñon ó linterna*, de modo que dando vuelta la AB la da tambien el piñon D. Las ruedas se enlazan con los piñones de varios modos segun las circunstancias de las máquinas, pero siempre se verifica que será tanto menor el esfuerzo que haya que hacer para mover el piñon, y el peso que lleve aplicado sea una piedra de molino ú otra cosa cuanto mayor sea el diámetro AB de la rueda y menor el del piñon D.

249. Las ruedas dentadas tienen mu-

chos usos, entre otros el de aumentar la velocidad del movimiento, lo que se consigue dando á la rueda muchos dientes y al piñon pocos, pues si AB tuviese 60 dientes y D 10 para cada vuelta que dé AB tendrá que dar D 6. Esto conviene mucho en los molinos harineros, en que de la velocidad de la piedra depende en gran parte su efecto.

Las norias pertenecen tambien á las ruedas dentadas combinadas con una palanca, que es á la que se aplica la caballería, si bien en esta máquina las ruedas dentadas llevan mas bien por objeto dar á la máquina una situacion conveniente para que la haga andar una caballería que para favorecer el esfuerzo de esta.

De los agentes que ponen en movimiento las máquinas.

250. Los principales agentes que ponen en movimiento las máquinas son el hombre, las caballerías, el aire, el agua y el vapor.

251. La fuerza que puede emplear un hombre en mover una maquina es bien dificil de determinar, pues depende de muchas cosas, entre ellas del esfuerzo que puede hacer por sí, de la velocidad que

ha de emplear en hacerle, del tiempo seguido que le ha de estar practicando, y de la posicion en que hace dicho esfuerzo. Si el hombre se emplea en hacer andar una cigüeña de 14 á 18 pulgadas de largo podrá hacer un esfuerzo de 25 á 30 libras, haciéndola dar 30 vueltas por minuto por 7 ú 8 horas al dia. Si se aplica á una palanca podrá hacer un esfuerzo mucho mayor por ser esta accion menos seguida, y poder en muchos casos ayudarse con el peso de su cuerpo, lo que sucede igualmente cuando se aplica á sacar agua de un pozo por medio de una garrucha.

252. Una caballería mediana podrá emplear en andar una noria, molino ó carruage &c. un esfuerzo desde 180 á 240 libras por seis ó siete horas seguidas. Una caballería mayor puede emplear en el mismo tiempo un esfuerzo de 300 á 400 libras, segun lo mas ó menos incómodo de la situacion en que se la emplee; advirtiendo que son tantas las circunstancias que hay que tener presentes para calcular el esfuerzo que puede hacer un hombre ó una caballería para mover una máquina, que no pueden darse sobre esto reglas ni datos generales.

253. El aire se aplica para mover al-

gunas máquinas; las cuales se arman de unas aspas ó velas en que chocando el viento produce el mismo efecto que pudieran uno ó mas hombres ó caballerías. El esfuerzo del aire en el movimiento de una máquina depende de la velocidad con que sopla, de la direccion perpendicular ú oblicua con que choca en las velas ó aspas, y de la superficie ó estension de estas. El aire es tanto mas veloz cuantos mas pies anda por segundo. Se sabe por varias esperiencias que un viento que anda 8 pies por segundo hace en una superficie de un pie cuadrado un esfuerzo de 3 onzas; asi para calcular el que hará andando otro número de pies por segundo, por ejemplo 12, dirémos por regla de tres asi 64 cuadrado de los 8 pies: 144 cuadrado de los 12 pies:: 3 onzas: 6 onzas y 12 adarmes, esfuerzo que hará un viento que ande 12 pies por segundo, y que hiera perpendicularmente una superficie de un pie cuadrado.

254. Asi para saber el empuje que hace el aire sobre una superficie plana, á quien hiere perpendicularmente con una velocidad de 16 pies por segundo, se hallará el esfuerzo correspondiente á esta velocidad por la regla anterior (253), y se tendrán 12 onzas, que multiplicadas por

por el número de pies cuadrados que tiene la superficie, que sean por ejemplo 40, da 480 onzas ó 30 libras. (*)

255. El agua usada como agente es de mucha mayor utilidad que el aire, porque este no se halla tan á disposicion del que le ha de usar; pero en cambio el uso del agua para dar movimiento á las máquinas es mucho mas costoso. Para aplicar el esfuerzo de una corriente de agua á una máquina se la agrega á esta una rueda armada con unas paletas ó alas, en las que chocando sucesivamente el agua la hace girar, ó de unos cajones en los que ademas del empuje del agua se agrega el peso de la que toman los dichos cajones. Estas últimas son mucho mas ventajosas que las de alas cuando el agua tiene bastante caida, y cuando no se necesita que la rueda gire con tanta velocidad.

256. El esfuerzo de una corriente de agua en una superficie depende de la inclinacion con que la choca, de la velocidad del agua, y de la estension de la

(*) En los molinos de viento como las aspas no reciben perpendicularmente el empuje del aire, solo obra en ellas la mitad ó menos del resultado que da el cálculo: asi de las 30 libras en este caso solo se aprovechan 12 ó 15.

superficie chocada. Se sabe que una corriente de agua que anda 8 pies por segundo produce un efecto de 60 libras en una superficie de un pie cuadrado; luego para hallar el que producirá otra corriente que ande por ejemplo 10 pies por segundo, diremos por regla de tres 64 cuadrado de los 8 pies : 100 cuadrado de los 10 pies : : 60 libras : 93 libras y 12 onzas, que es el esfuerzo que hará la corriente que anda 10 pies por segundo, hiriendo perpendicularmente á un pie cuadrado.

257. Asi hallaremos el esfuerzo de que es capaz una corriente de agua que tenga mucha velocidad; de modo que si se quisiese averiguar el empuje que hace contra una pared, puente &c. (*), se averiguará su velocidad, que sea de 9 pies por segundo, y buscando por la regla anterior el esfuerzo correspondiente á un pie cuadrado, que es 75 libras, se multiplicará por los pies cuadrados que tenga la pared, puente &c., que sean 20, y se tendrá el empuje del agua, que aqui es de 20 × 75 libras, es decir, 1500. Si se quisiere disminuir este se le daria á la

(*) Se entiende de la parte en que choca el agua, sin contar aquella que esté fuera de la corriente.

superficie chocada la figura cilíndrica ó esférica. En el primero el empuje seria solo los $\frac{2}{3}$, es decir, de 1000 libras, y en la esférica la mitad solo, es decir, 750 libras. Esta es la razon porque los tajamares de los puentes no se hacen jamás de modo que el agua los choque directamente, sino con oblicuidad, y formando ángulos salientes ó cilindros para cortar la corriente y disminuir su empuje.

Se deduce tambien que si hubiese una corriente de agua que solo produjese un esfuerzo corto, se puede aumentar este disponiendo el cauce ó canal por donde viene el agua con mas inclinacion, para que adquiera mas velocidad y produzca mayor efecto.

258. Si se quisiese averiguar el empuje que hace una cantidad de agua A 108
sin movimiento contra una pared de un estanque, un dique, presa &c. de figura rectangular CD, se multiplicará el cuadrado de los pies que tenga el agua de altura por la mitad de lo largo de la pared, es decir, de la distancia DC, y el resultado, multiplicado por 47 libras, dará próximamente el empuje del agua. Asi si esta tuviese 4 pies de profundidad y la pared 30 pies de largo, será

el empuje $16 \times 15 \times 49$ (*) $= 11760$ libras, que hacen 470 arrobas y 10 libras.

259. El vapor del agua hirviendo se emplea en el dia con mucha utilidad como agente para el movimiento de muchas máquinas; pero como su aplicacion á este objeto es ya mas complicado y menos comun, me parece seria poco útil á la clase á quien se destinan estas breves nociones el que entrásemos en mas detalles. (**)

Consideraciones acerca de las máquinas.

260. Las máquinas deben ser lo mas sencillas posible. Las muy compuestas estan sujetas á mil quiebras, exigen muchos reparos, son mas costosas, y requieren mayor fuerza para su movimiento, por el roce de unas partes con otras, su mayor peso &c.

Siempre que por medio de los cálculos espresados ó de modelos se venga en conocimiento de la fuerza necesaria para mover una máquina, se la añadirá á esta

(*) El 16 es el cuadrado de la profundidad 4, el 15 es la mitad de los 30 pies, largo de la pared, y el 49 son las libras que pesa un pie cúbico de agua de rio ó de pozo, con corta diferencia.

(**) El autor tiene trabajado y pronto para dar á luz un tratado de mecanica práctica con los principios generales para su aplicacion á las artes.

un tercio mas; asi si resulta que se necesitan 6 arrobas cuéntese con 8 ó 9, pues en el cálculo no se presentan los obstáculos que en la práctica, y los modelos siempre por el menor peso y mayor perfeccion y pulimento de sus piezas dan resultados, que despues varían en las obras en grande.

261. Para que el rozamiento entre las partes de una máquina sea el menor posible, se harán los objetos que se rocen de diferente materia; á saber: si las espigas de los ejes son de hierro, las cajas ó hembras sean de bronce; si los dientes de una rueda son de roble, los de la linterna sean de haya &c. Deben ademas pulirse lo mejor posible las superficies que hayan de resvalar unas sobre otras, y untarlas con grasa para que se suabicen.

262. Los cuerpos redondos se mueven con mas facilidad, porque teniendo menos puntos de contacto con la superficie sobre que resvalan, ofrecen menos rozamiento: por esta razon cuesta mucho menos trabajo llevar una piedra sobre rodillos que arrastrando; y un par de mulas que conduce un crecido número de arrobas en un carruage, no las conduciria quitándole las ruedas.

263. Una máquina producirá el ma-

yor efecto cuando tenga una velocidad igual á la tercera parte de la del agente que la mueve, sea animal, aire, agua ó vapor.

264. Una piedra ó muela de molino debe dar á lo menos 40 vueltas por minuto si tiene de 6 á 7 pies de diámetro; si tiene 4 ó 5 debe dar 60 vueltas en el mismo tiempo; de otro modo no molerá bien.

Se sabe por esperiencia que una muela de molino de 6 pies de diámetro y 4000 libras de peso (*) dando 50 vueltas por minuto muele 1000 fanegas en 24 horas. Asi para calcular lo que molerá en el mismo tiempo otra muela de 5 pies de diámetro y 2000 libras de peso, dando 60 vueltas por minuto, diremos por regla de tres compuesta 6 pies x 4000 libras x 50 vueltas de la primera muela : 5 pies x 2000 libras x 60 vueltas : : 100 fanegas que muele la primera : las fanegas que molerá la segunda, que haciendo las operaciones (92) resultan 50 fanegas en las 24 horas. Lo mismo se hará con otra cualquiera.

(*) El peso de una muela de molino se hallará del modo dicho en los aforos. (206. 17.)

TABLA I.

Para la multiplicacion de los números. (11)

2 veces	2 son	4	5 veces	5 son	25
2.........	3 ...	6	5.........	6.........	30
2.........	4 ...	8	5.........	7.........	35
2.........	5 ...	10	5.........	8.........	40
2.........	6 ...	12	5.........	9.........	45
2.........	7 ...	14	5.......	10.........	50
2.........	8 ...	16	6.........	6.........	36
2.........	9 ...	18	6.........	7.........	42
2........	10 ...	20	6.........	8.........	48
3.........	3 ...	9	6.........	9.........	54
3.........	4 ...	12	6.......	10.........	60
3.........	5 ...	15	7.........	7.........	49
3.........	6 ...	18	7.........	8.........	56
3.........	7 ...	21	7.........	9.........	63
3.........	8 ...	24	7.......	10.........	70
3.........	9 ...	27	8.........	8.........	64
3........	10 ...	30	8.........	9.........	72
4.........	4 ...	16	8.......	10.........	80
4.........	5 ...	20	9.........	9.........	81
4.........	6 ...	24	9.......	10.........	90
4.........	7 ...	28	10.......	10.......	100
4.........	8 ...	32	10.....	100.....	1000
4.........	9 ...	36	10....	1000....	10000
4........	10 ...	40	10..	10000..	100000

TABLA II. (*)

De las medidas mas usuales de Castilla (58 y siguientes).

Medidas de peso.

	Arrobas.	Libras.	Onzas.	Adarmes.
Onzas.				16
Libras.			16	256
Arrobas.		25	400	6400
Quintal.	4	100	1600	25600

Medidas de vareo.

	Pies.	Pulgadas.	Líneas.	Puntos.
Líneas.				12
Pulgadas.			12	144
Pies.		12	144	1728
Vara.	3	36	432	5184

(*) Estas tablas son de un uso sumamente sencillo, pues con solo recorrer cada renglon se ve el número de diferentes unidades inferiores que tiene la unidad escrita á la altura del mismo; asi vemos que un quintal tiene 4 arrobas, ó 100 libras, ó 1600 onzas, ó 25600 adarmes. Una arroba tiene 25 libras, ó 400 onzas, ó 6400 adarmes &c.

Otras medidas de vareo.

	Codos.	Palmos.	Dedos.	Granos.
Dedos.				4
Palmos.			12	48
Codos.		2	24	96
Vara.	2	4	48	192

Medidas de líquidos.

	Cántaras ó arrobas.	Azumbres.	Cuartillos.	Copas.
Cuartillos.				4
Azumbres.			4	16
Cántaras ó arrobas.		8	32	128
Moyo.	12	96	384	1536

Medidas de aceyte.

	Cuartillas.	Libras.	Panillas.	Onzas.
Panillas.				4
Libras.			4	16
Cuartillas.		$6\frac{1}{4}$	25	100
Arroba.	4	25	100	400

Medidas de granos.

				Medios cuartillos.
Cuartillos.				2
Celemines.			4	8
Fanegas.		12	48	96
Caiz.	12	144	576	1152

Monedas.

				Maravedises.
Reales.				34
Pesetas comunes.			4	136
Duros ó ps. fs.		5	20	680
Onza ó doblon de 8	16	80	320	13600

Medidas del tiempo.

					Segundos.
Minutos.					60
Horas.				60	3600
Dias.			24	1440	86400
Meses.		30	720	86400	2592000
Año.	12	365	8760	525600	31536000

TABLA III.

De las medidas usadas en Valencia, Aragon y Cataluña. (129) (*)

Valencia.	Aragon.	Cataluña.
	Medidas de peso.	
El quintal......... 4 arrobas. La arr.ª menor.. 30 libras. La arr.ª de har.ª 32 libras. La arr.ª mayor.. 36 libras. La libra.......... 12 onzas.	El quintal........ 4 arrobas. La arroba........ 36 libras. La libra.......... 12 onzas.	El quintal........ 4 arrobas. La arroba......... 26 libras. La libra........... 12 onzas.
	Medidas de vareo.	
La vara........... 4 palmos. El palmo.......... 4 cuartos. El cuarto.......... 3 dedos. La braza real... 9 palmos. La vara............ 3 pies.	La vara.......... 4 palmos. El palmo......... 12 dedos.	La cana.......... 8 palmos. El palmo.......... 4 cuartos. La vara............ 3 pies.
	Medidas de líquidos.	
La carga.......... 15 cántaros. El cánt.º ó arr.ª 4 azumbres. La arroba.......... 36 libras.	El nietro ó carga 16 cántaros. El cánt.º ó arr.ª 28 libras. La arroba....... 4 cuartos.	La carga.......... 12 arrobas. La misma......... 32 cuarter.s El cuartero....... 4 cuartos.
	Medidas de aceyte.	
La carga.......... 12 cántaros. El cánt.º o arr.ª 36 libras.	Al peso.	La carga de 11 arrobas vale.................. 30 cortanes. El cortan......... 4 cuartos.
	Medidas de granos.	
El caiz............. 12 barchillas. La barchilla..... 4 celemines. El celemin........ 4 cuarteras.	El caiz........... 8 fanegas. La fanega....... 3 cuartales. El cuartal........ 4 celemines.	La cuartera de trigo vale................. 12 cortanes.

(*) Giannini, Geometría práctica.

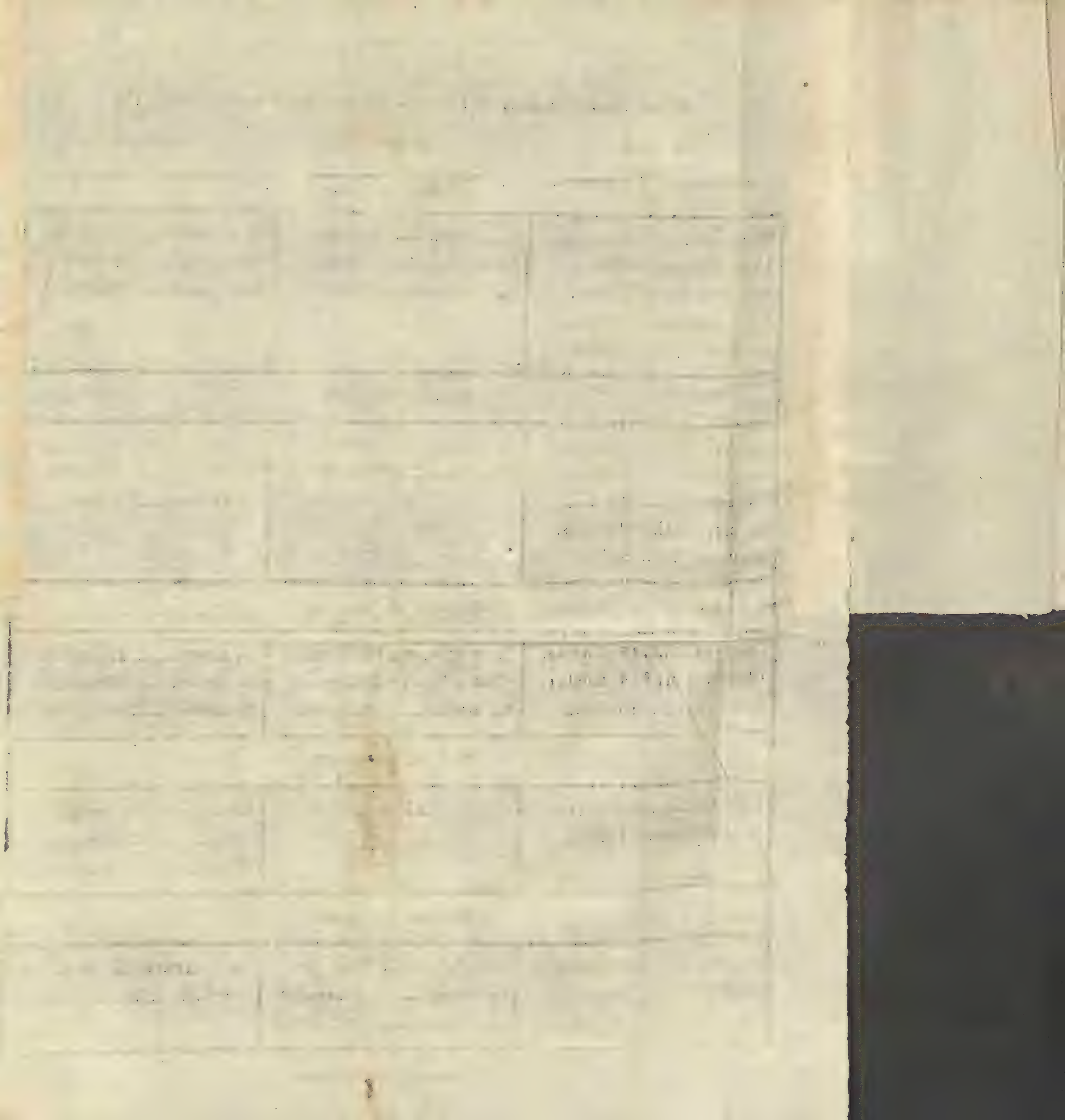


TABLA IV.

Correspondencia que tienen las medidas y pesos de Valencia, Aragon, Cataluña, Francia y Portugal con las de Castilla. (*)

31 onzas...............	*de Valencia hacen*	32 onzas...............................	*de Castilla.*
12 varas................		13 varas................................	
13 celemines...........		12 celemines...........................	
Ar.ª de 36 lib. de líq.°		6 azumbres, $2\frac{1}{4}$ cuartillos.....	
1 onza..................	*de Aragon hacen*	1 onza..................................	*de Castilla.*
51 varas................		47 varas................................	
1 caiz..................		3 fanegas, $3\frac{1}{2}$ celemines.........	
34 arrobas de líq.°		21 arrobas..............................	
12 onzas................	*de Cataluña hacen*	14 onzas................................	*de Castilla.*
150 palmos..............		143 palmos..............................	
25 cuarteras............		32 fanegas..............................	
928 arrobas de líq.°		621 arrobas.............................	
16 libras...............	*de Francia hacen*	17 libras...............................	*de Castilla.*
6 pies ó 1 toesa....		7 pies..................................	
1 ana...................		4 pies, 3 pulgadas, $2\frac{1}{5}$ líneas...	
1 metro.................		1 vara, 7 pulg., 10 puntos...	
16 varas................	*de Portugal hacen*	21 varas................................	*de Castilla.*
El pote.................		$16\frac{3}{5}$ cuartillos..........................	
La alquira..............		2 celemines, $3\frac{8}{11}$ cuartillos....	
18 arrobas..............		23 arrobas..............................	

(*) Giannini, Geometría práctica.

TABLA V.

Del número de plantas de vid ú olivo que caben en las distancias espresadas á la cabeza de las columnas en la estension anotada al márgen.

En varas cuadradas.	5 palmos.	6 palmos.	7 palmos.	8 palmos.	9 palmos.	10 palmos.	11 palmos.	12 palmos.	13 palmos.	14 palmos.	15 palmos.
100	64	44	32	25	20	16	13	11	9	8	7
200	128	88	65	50	39	32	26	22	18	16	14
300	192	133	97	75	59	48	39	33	28	24	21
400	256	176	130	100	79	64	52	44	37	32	28
500	320	222	163	125	98	80	66	55	46	40	35
600	384	266	195	150	118	96	79	66	56	48	42
700	448	311	228	175	138	112	92	77	65	56	49
800	512	355	261	200	158	128	105	88	74	64	56
900	576	400	293	225	177	144	119	100	88	73	64
1000	640	444	326	250	198	160	132	111	94	81	71
2000	1280	888	653	500	395	320	264	222	189	162	142
3000	1920	1333	979	750	592	480	396	333	283	243	213
4000	2560	1776	1306	1000	790	640	528	444	378	324	284
5000	3200	2222	1632	1250	987	800	661	555	472	405	353
6000	3840	2666	1959	1500	1185	960	793	666	566	486	426
7000	4480	3111	2285	1750	1382	1120	925	777	660	567	497
8000	5120	3555	2612	2000	1580	1280	1057	888	754	648	568
9000	5760	4000	2938	2250	1777	1440	1190	1000	849	730	639
10000	6400	4444	3265	2500	1975	1600	1322	1111	943	811	710
20000	12800	8888	6530	5000	3950	3200	2644	2222	1866	1622	1420
30000	19200	13333	9795	7500	5925	4800	3966	3333	2829	2433	2130
40000	25600	17776	13061	10000	7901	6400	5289	4444	3772	3244	2840
50000	32000	22222	16326	12500	9876	8000	6611	5555	4715	4055	3550
60000	38400	26666	19591	15000	11881	9600	7933	6666	5658	4866	4260
70000	44800	31111	22857	17500	13827	11200	9256	7777	6601	5677	4970
80000	51200	35555	26122	20000	15802	12800	10578	8888	7544	6488	5680
90000	57600	40000	29387	22500	17777	14400	11900	10000	8487	7399	6400
100000	64000	44444	32653	25000	19753	16000	13223	11111	9430	8210	7100
200000	128000	88888	65306	50000	39506	32000	26446	22222	18860	16420	14200
300000	192000	133333	97959	75000	59259	48000	39669	33333	28290	24630	21300
400000	256000	177776	130612	100000	79012	64000	52892	44444	37720	32840	28400
500000	320000	222222	163265	125000	98765	80000	66115	55555	47150	41050	35500
600000	384000	266666	195918	150000	118518	96000	79338	66666	56580	49260	42600
	plantas	plantas.	plantas	plantas.	plantas.	plantas	plantas	plantas	plantas.	plantas	plantas.

ESPLICACION DE LA TABLA V.

Para manifestar el uso de esta tabla supongamos que se desea saber cuántas plantas de vid cabrán en una posesion que tiene 75400 varas cuadradas, distando una planta de otra 12 palmos. Como este número no se halla en la tabla, le determinaremos por partes: buscaremos en las varas cuadradas 70000; y siguiendo este renglon hasta la columna de los 12 palmos hallaremos que caben 7777 plantas: buscaremos del mismo modo las que caben en 5000, que son 555: luego las que caben en 400, que son 44; y sumando los tres resultados tendremos 8376 plantas que caben en las 75400 varas cuadradas, distando las plantas 12 palmos.

ESPLICACION DE LA TABLA VI.

Las observaciones y los viajes han dado á conocer que la tierra es próximamente esférica; por consiguiente una línea de nivel, es decir, una línea que tenga todos sus puntos á igual distancia del centro de la tierra, no podrá ser una línea recta, sino un arco de círculo. Asi si para averiguar la diferencia de nivel de los puntos B y C (*figura* 20) pusiésemos el nivel en B y dirijiésemos la visual BN, esta seria una línea de *nivel aparente*, pues la del verdadero es la curva BC: luego para que el punto N esté á nivel habrá que rebajar la cantidad NC, la que será tanto mayor cuanto mas larga sea la BC. Esta cantidad que se ha de rebajar es la que señala la adjunta tabla, segun las distancias que se espresan. Asi si habiendo hecho una nivelacion con una sola niveleta, esto es, en que hayamos colocado siempre el nivel en un estremo (189. 1.ª), pues si se coloca en medio no hay nada que corregir (189. 2.ª), y la niveleta en el otro, halásemos que el un término de la nivelacion estaba 58 pies, 9 pulgadas y 11 líneas mas alto qne el otro, y la distancia nivelada fuese de 7000 varas, buscaremos en la tabla lo que corresponde rebajar á esta distancia, que son 9 pies, 10 pulgadas y 3 líneas, cuya cantidad, restada de los 58 pies, 9 pulgadas y 11 líneas, da 48 pies, 11 pulgadas y 8 líneas, que es lo que verdaderamente esta el un término mas alto que el otro.

Cuando la distancia nivelada no llega á 500 varas no hay necesidad de rebajar nada.

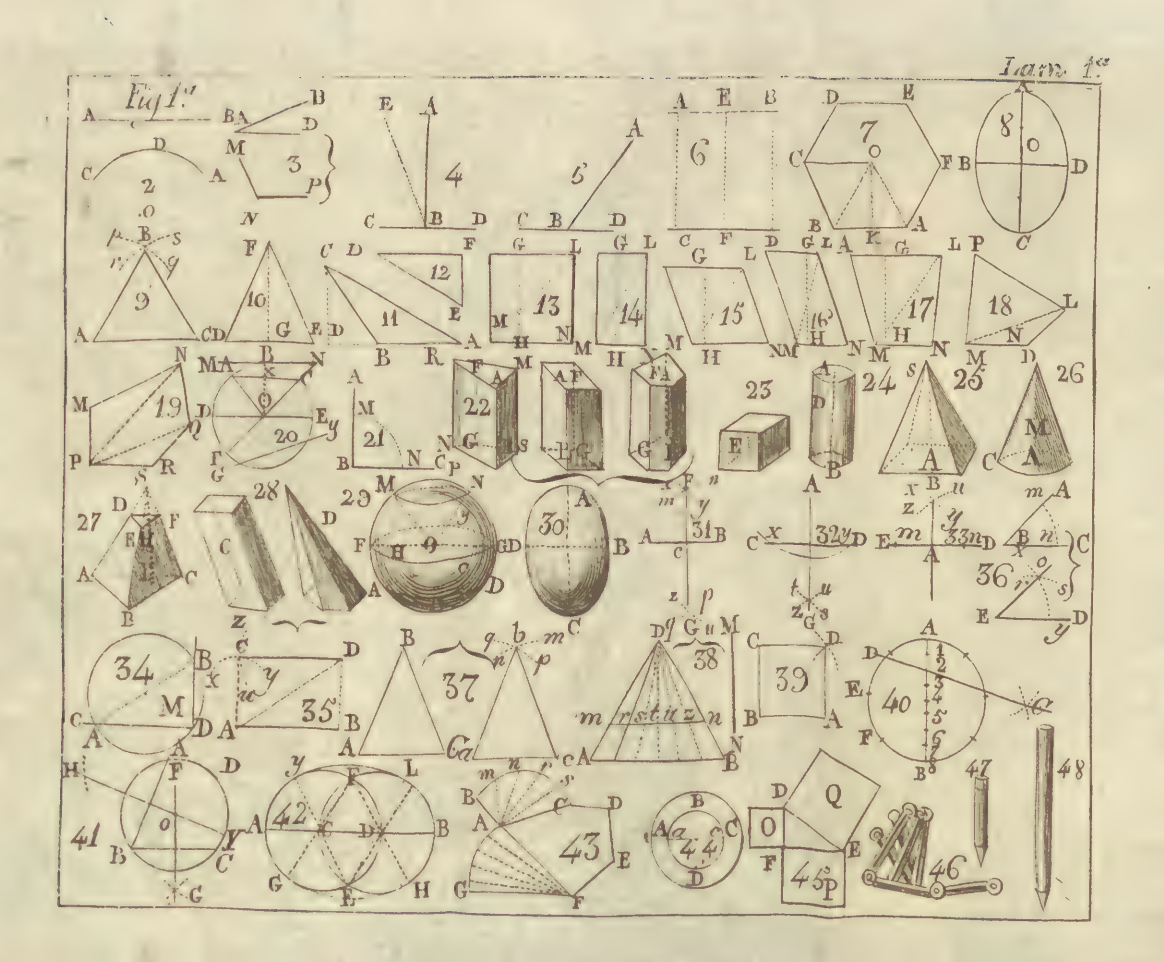
TABLA VI.

De las cantidades que hay que rebajar en las nivelaciones en que se coloca el nivel en un estremo y la niveleta en el otro.

Distancias niveladas en varas.		Rebaja que debe hacerse en pies.	pulgadas.	líneas.
En 500.....	Se rebaja	....	....	7
1000...		....	2	4
1500...		....	5	4
2000...		....	9	5
2500...		1	2	9
3000...		1	9	3
3500...		2	4	11
4000...		3	1	10
5000...		5	0	2
6000...		7	1	1
7000...		9	10	3
8000...		12	7	4
10000.		19	8	5
12000.		28	4	6
16000.		50	5	4
20000.		78	9	10

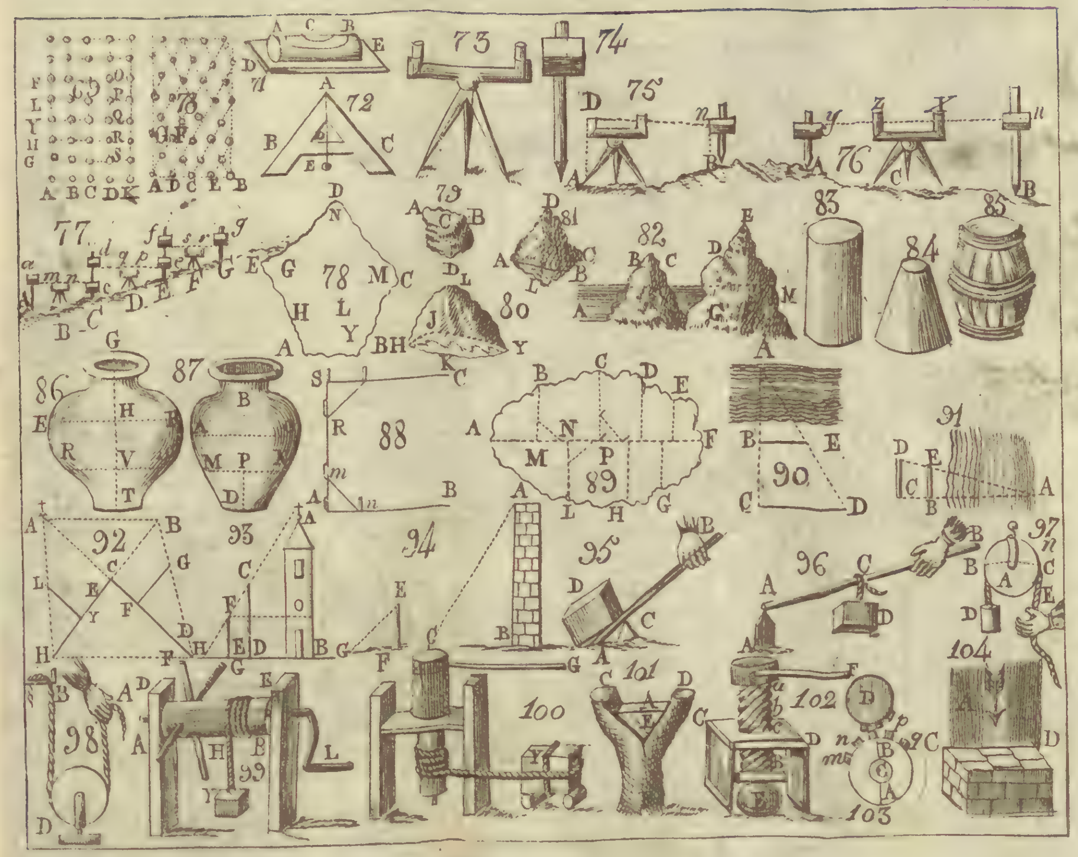
ERRATAS.

Página	*Linea*	*Dice*	*Léase*
19	24	cnartos...........	*cuartos.*
75	3	Cortarán B......	*Cortarán en B.*
76	10	C al arco........	*C el arco.*
81	1	AL 14 pies y MN 30........	*AL 30 pies y MN 14.*


Lam. 1ª
Fig 1ª
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48

F. V. P.

Lam. III.



69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104







colorchecker CLASSIC

mm

calibrite